نيماتودا النبات في البلدان العربية

الجزء الأول

إعداد

وليد إبراهيم أبوغربية



المشاركون في الإعداد

أحمد سعد الحازمي

زهير عزيز اسطيفان

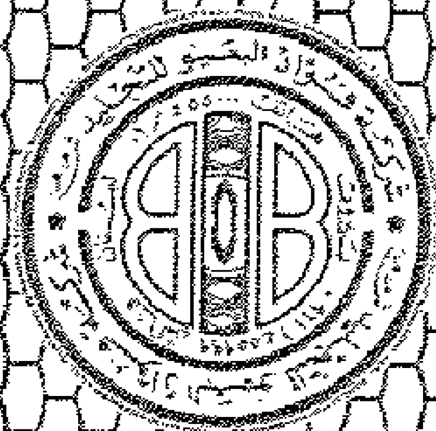
أحمد عبد السميع دوابة

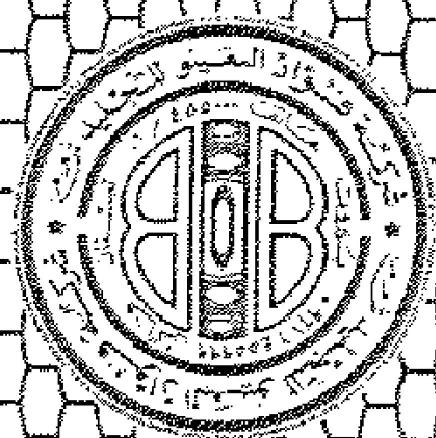
ومساهمة ٣٠ عالماً عربياً متخصصا



الطبعة الاولى

2010





نيماتـــودا النبــــات
في البلدان العربية

الجزء الأول

إعـــداد
وليد إبراهيم أبو غربية
كلية الزراعة - الجامعة الأردنية
عمان - الأردن

المشاركون في الإعداد

أحمد سعد الحازمي
كلية علوم الأغذية والزراعة
جامعة الملك سعود - الرياض
المملكة العربية السعودية

زهير عزيز اسطيفان
الهيئة العامة للبحوث الزراعية
وزارة الزراعة
أبو غريب العراق

أحمد عبد السميع دوابة
مركز البحوث الزراعية - الجيزة- مصر
وكلية علوم الأغذية والزراعة - جامعة
الملك سعود- الرياض- السعودية



إصدار الجمعية العربية لوقاية النبات

دار وائل للنشر

الطبعـــة الأولى
2010

رقم الايداع لدى دائرة المكتبة الوطنية : (2009/9/3985)
نيماتودا النبات في البلدان العربية / وليد ابراهيم ابو غربية ... وآخرون.
- عمان : دار وائل ، 2009
(558) ص
ر.إ. : (2009/9/3985)
الواصفات: نيماتودا النبات / الآفات الزراعية / البلدان العربية
* تم إعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

****

رقم التصنيف العشري / ديوي : 632
ISBN 978-9957-11-844-0 (ردمك)

* نيماتودا النبات في البلدان العربية - الجزء الأول
* أ.د. وليد إبراهيم ابو غربية وآخرون
* الطبعـــة الأولى 2010
* جميع الحقوق محفوظة للناشر



دار وائــل للنشر والتوزيع

* الأردن - عمان - شارع الجمعية العلمية الملكية - مبنى الجامعة الاردنية الاستثماري رقم (2) الطابق الثاني
هـاتف : 00962-6-5338410 - فاكس : 00962-6-5331661 - ص. ب (1615 - الجبيهة)
* الأردن - عمـان - وسـط البـلد - مجمـع الفحيص التجـاري- هـاتف: 00962-6-4627627
www.darwael.com
E-Mail: Wael@Darwael.Com

المشاركون في تأليف الكتاب

- **أحمد أحمد عثمان:** قسم الحيوان الزراعي والنيماتودا، كلية الزراعة، جامعة القاهرة، الجيزة، مصر. nariman_a1@hotmail.com
- **أحمد جمال الشريف:** كلية الزراعة، جامعة المنصورة، المنصورة، مصر. elsherifmohammed@yahoo.com
- **أحمد سعد الحازمي:** كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، ص.ب. 2460 . الرياض 11451، السعودية. as_hazmi@hotmail.com; asalhazmi@ksu.edu.sa
- **أحمد السيد إسماعيل:** المركز القومي للبحوث، قسم أمراض النبات، الدقي، القاهرة، مصر. iismail2002@yahoo.co.uk
- **أحمد عبد السلام فرحات:** كلية الزراعة، جامعة القاهرة، الدقي، القاهرة، مصر. aafarahat@yahoo.com
- **أحمد عبد السميع دوابة:** مركز البحوث الزراعية،الجيزة ، مصر. وكلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، ص.ب. 2460 . الرياض 11451 الرياض، السعودية. dawabah@hotmail.com
- **أمين وفدى أمين علي:** كلية الزراعة، جامعة القاهرة، الجيزة، مصر. aminamin280@gmail.com
- **حمدي زكي أبو العيد:** المركز القومي للبحوث، شارع التحرير، الدقي، الجزيرة، مصر. Hamdi_Abouleid@hotmail.com
- **خالد محمد خير العسس:** كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، دمشق، سورية. al-assas@scs-net.org
- **خليفة حسين دعباج:** كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس ص.ب 30940، ليبيا. Dabajhk@yahoo.com
- **الزروق أحمد الدنقلي:** كلية الزراعة، جامعة الفاتح، ص.ب 13274 طرابلس، ليبيا. Edongali48@hotmail.com
- **زهير عزيز اسطيفان:** الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة، أبو غريب، بغداد، العراق. zuhairstephan@yahoo.com

- **سليمان محمد الرحياني:** كلية الزراعة والطب البيطري، جامعة القصيم ص.ب. 6622 بريده 51452، السعودية. alreh@yahoo.com
- **سميرة حمدان سيلامي:** المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية 16200، الحراش، الجزائر. hamsella@yahoo.fr
- **السيد أبو المعا طي السيد:** قسم أمراض النبات، المركز القومي للبحوث، الدقي، القاهرة، مصر. c/o nariman_a1@hotmail.com
- **صالح نعمان النظاري:** كلية الزراعة، جامعة إب، الجمهورية اليمنية. nadary3@yahoo.com
- **عبد العظيم بابكر زيدان:** كلية الزراعة والموارد الطبيعية، أبو حراز ص. ب. 20، جامعة الجزيرة، السودان. zeidanbabkir@yahoo.com
- **عبد الله عوض بن زغيو العامري:** الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي، المكلا، اليمن. abdulla55ameri@yahoo.com
- **عبد المجيد ياسين:** كلية العلوم، قسم النبات، جامعة الخرطوم، الخرطوم ص.ب. 321، السودان. yassinnema@yahoo.com
- **فاطمة عبد المحسن مصطفى:** كلية الزراعة، جامعة المنصورة، المنصورة، مصر. mohsenfatma@hotmail.com
- **فهد عبد الله اليحيى:** كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، ص.ب. 2460 . الرياض 11451، السعودية. dr.al-yahya@hotmail.com
- **لما شريف البنّا:** كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن. lalbanna@ju.edu.jo
- **محفوظ محمد مصطفى عبد الجواد:** المركز القومي للبحوث، الدقي 12622 ، الجيزة، مصر. mahfouzian2000@yahoo.com
- **محمد مصطفى شمس الدين رجائي:** كلية الزراعة، جامعة القاهرة، الجيزة 12613، جمهورية مصر العربية. mshamseldean@hotmail.com
- **محمود محمد يوسف:** المركز القومي للبجوث، الدقي 12311، الجيزة، مصر. myoussef_2003@yahoo.com
- **موفق رمضان كراجة:** كلية الزراعة، جامعة مؤتة، الكرك ص.ب. (7)، الأردن. muwaffaq@mutah.edu.jo

- **ندى علي ألوف:** كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
cima@scs-net.org
- **نوري راضي الحسني:** كلية العلوم، جامعة بغداد، العراق.
nrbaker1551@yahoo.com
- **وليد إبراهيم أبوغربية:** كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، ص.ب. 13287، عمان 11942، الأردن. wiabugharbieh@orange.jo

مقدمــــة

يطيب لنا أن نقدّمَ للدارسين والباحثين العرب أولَ كتابٍ موسوعيّ شامل في مجال نيماتودا النبات في الوطن العربي. وهو كتاب يجمع بين أساسياتِ هذا العلم الحديث ومبادئه وما تم إنجازه من بحوث علمية في الوطن العربي خلال الستين سنة المنصرمة. وتأتي أهمية هذا المؤلَّف من أنّ البلدان العربية تشكّلُ، بصفةٍ عامةٍ، بيئةً صالحة للعديد من أنواع النيماتودا التي تتطفل على المحاصيل الزراعية، مسببة خسائر تتفاوت في شدتها وفقاً للعلاقة بين أنواع النيماتودا وأصناف المحاصيل والظروف البيئية المرافقة؛ إذ أنّ ضرر النيماتودا يتفاقم تحت ظروف الزراعة المروية، وبخاصة المكثّفة منها والمحمية. يغطي الكتاب النيماتودا التي تصيب المحاصيل الرئيسية (الخضروات، المحاصيل الحقلية، أشجار الفاكهة) بالإضافة الى نباتات الزينة وأشجار الغابات والمسطحات الخضراء، وغيرها.

وقد شارك في هذا المؤلف، الذي استغرق اعداده قرابه ثلاثة سنوات نخبةٌ مميّزة قوامها ثلاثون عالماً عربياً من المتخصصين الباحثين والعاملين في مجال علم النيماتودا، ومن ذوي الخبرة العلمية والعملية المرموقة، كلٌ في مجال نشاطه البحثيّ. وهم ينتمون إلى جامعات وهيئات ومؤسساتٍ زراعيةٍ ومدارسَ علميةٍ متعددةٍ من غالبية البلدان العربية، وجلّهم ممن واكبوا وساهموا في تطوّر هذا العلم سنينَ عديدة، وشاركوا في زيادة الوعي بآفات النيماتودا لدى الدارسين والعاملين في الشأن الزراعي العربي.

أما المراجع المستخدمة في هذا الكتاب، والتي قارب عددها ثلاثة آلاف مرجع، فقد كانت متنوعة ومن كافة المصادر الممكنة؛ فمنها البحوث العلمية المنشورة في الدوريات والمجلات العلمية العالمية والعربية؛ وفي وقائع المؤتمرات وملخصات البحوث الصادرة عن المؤتمرات العلمية، والكتب المتخصصة، والنشرات العلمية، ورسائل الماجستير والدكتوراه الجامعية، وفي حالات معينة من التقارير العلمية والسنوية الصادرة عن مؤسسات البحث العلمي الرسمية في الوطن العربي. ولا يخفى على القارئ الكريم مدى صعوبة الحصول على

المراجع من مصادر المعلومات في البلدان العربية. ونحن بذلك نرجو أن نكون قد قمنا بجمع وتوثيق وحفظ الكثير مما تم إنجازه في العقود الماضية.

لقد أعدّ هذا الكتاب ليكونَ مصدراً ومرجعاً شاملاً للمعلومات الخاصة بنيماتودا النبات ، ليفيد منه الباحثون من أساتذة الجامعات وطلبتهم، إضافة إلى الباحثين والفنيين في المؤسسات والهيئات الزراعية المعنية بوقاية النبات بعامة وبنيماتودا النبات بخاصة. كما يُعدّ مصدراً هاماً للمعلومات التي يحتاجها المزارعون الرياديون، الذين أصبحت أعدادهم تتزايد بشكل مطرد في الوطن العربي.

يحتوي الكتاب خمسة أبواب في جزأين: يتضمن الجزء الأول ثلاثة أبواب؛ حيث يستعرض الباب الأول (فصول 1- 4) أساسيات علم نيماتودا النبات، والباب الثاني (فصول 5- 15) يقدم استعراضاً تفصيلياً لأجناس وأنواع نيماتودا النبات المهمة في الوطن العربي، ويبحث الباب الثالث (فصول 16- 18) بيئة النيماتودا في البلدان العربية. أما الجزء الثاني من الكتاب فإنه يتضمن بابين وهما؛ الباب الرابع (فصول 19- 23) الذي يستعرض تأثيرات أنواع النيماتودا المهمة على المحاصيل الزراعية في البلدان العربية وأخيراً يتناول الباب الخامس (فصول 24- 29) نتائج بحوث وتقنيات مكافحة النيماتودا في البلدان العربية.

لقد حاولنا بكل استطاعتنا تقديم الأفضل، ولكن لمّا كان السهو والخطأ من طبائع البشر، فإننا نعتذر مسبقا عن أي خطأ أو تقصير، ونتمنى على الزملاء الكرام إبداء الرأي وإعلامنا، في وقت مبكر، عن الأخطاء أو النواقص أو التعديلات التي يرصدونها. وسنعمل، بإذن الله، على تعديلها مستقبلاً في طبعة جديدة، نرجو أن تتضمن أيضاً الجديد في علم نيماتودا النبات، وما يستجد من أبحاث ودراسات في حقل نيماتودا النبات في البلدان العربية.

يعتبر هذا الكتاب أحد المؤلفات التي قررت "الجمعية العربية لوقاية النبات" إصدارها في مجالات وقاية النبات المختلفة في البلدان العربية. والجدير بالذكر أن "الجمعية" قد اعتمدت اللغة العربية في نشر جميع إصداراتها، مستهدفة بذلك تعزيز بناء المكتبة

العربيـة، وتعميم اسـتخدام اللغـة العربيـة لكـي تغـدو، مـع الوقـت، لغـة التواصـل والتخاطب العلمي الرئيسية في البلدان العربية، بعون الله.

وختاما، فقد أنجز هذا الكتاب ودُعم مالياً وإدارياً من قبل مُعدّيه، وكذلك من الزملاء والزميلات المشاركين في كتابة فصوله. والله نسأل، أن يتقبلَ منا جميعاً هذا العمل صدقة جارية، يرصد ريعها المادي لصالح "الجمعية العربية لوقاية النبات" التي نعتز بها ونفخر.

شكر وتقدير

ومـع انتهـاء العمـل بهـذا الكتـاب، فانـه ليسعدنا أن نتقـدم بالشكر الجزيـل وعظيم الامتنان لسعادة الأخوة الزملاء والزميلات الكرام الذين شاركوا في تأليف فصوله. فقد كان لجهدهم ومتابعتهم، دون ريب، فضل كبير في إنجاز مشروع هذا الكتاب الموسوعي. كما نود التعبير عن عميق شكرنا لجميع الزملاء الذين ساعدوا أو تقدموا بأية مادة علمية أو مجهود سـاهم في إنجـاح هـذا المؤلـف، سـواء كـان ذلـك بتـوفير البحـوث أو النـصوص العلميـة أو الإستبانات، أو أية معلومات أخرى.

كما نود، تقديم وافر الشكر للمهندسة الزراعية رنا جادو التي واكبت تطور مشروع الكتاب، وساعدت في متابعة أعماله الفنيّة بالكثير من الإخلاص والعمل الجاد.

والـشكر الجزيـل موصـول أيـضا، الى الـسادة "دار وائـل للنـشر" ممثلـة بالأسـتاذ مديرها العام، والفنيين البارعين فيها، الذين قدموا خبرتهم الفنية والإدارية المرموقة، لكي يخرج هذا الكتاب بالشكل المتميّز الذي يشهده القارئ الكريم.

معدّو الكتاب

المحتويات

الموضوع	الصفحة

الجزء الأول

الباب الأول: أساسيات علم نيماتودا النبات

الفصل الأول: الشكل الخارجي والتركيب الداخلي للنيماتودا 17
أحمد عبد السميع دوابه (السعودية)، زهير عزيز اسطيفان (العراق).
الفصل الثاني: الوظائف الإحيائية في النيماتودا 61
وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن)، أحمد جمال الشريف (مصر)، الزروق أحمد الدنقلي (ليبيا).
الفصل الثالث: التغذية والتأثيرات الضارة والأعراض المرضية لنيماتودا النبات...... 87
أحمد سعد الحازمي (السعودية)، أمين وفدي أمين علي (مصر).
الفصل الرابع: تقسيم النيماتودا 123
لما شريف البنّا (الأردن)، عبد العظيم بابكر زيدان (السودان).

الباب الثاني: نيماتودا النبات في البلدان العربية

الفصل الخامس: تطور نيماتودا النبات في البلدان العربية 141
وليد أبوغربية (الأردن)، حمدي زكي أبو العيد (مصر)، فهد عبد الله اليحيى (السعودية)، سميرة حمدان سيلامي (الجزائر).
الفصل السادس: أضرار نيماتودا النبات وأهميتها الاقتصادية في البلدان العربية... 189
أحمد سعد الحازمي (السعودية)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن).
الفصل السابع: نيماتودا تعقد الجذور: 1. الأنواع والسلالات والتوزيع............ 215
موفق رمضان كراجة (الأردن)، سميرة حمدان سيلامي (الجزائر).

الموضوع	الصفحة

الفصل الثامن: نيماتودا تعقد الجذور: 2. إحيائية النيماتودا 245
أحمد سعد الحازمي (السعودية)، خليفة حسين دعباج (ليبيا)، موفق رمضان كراجة (الأردن)، صالح نعمان النظاري (اليمن).
الفصل التاسع: نيماتودا تعقد الجذور: 3. الأضرار، الخسائر، والمكافحة............ 285
زهير عزيز اسطيفان (العراق)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن).
الفصل العاشر: نيماتودا الحوصلات 329
أحمد عبد السميع دوابة (السعودية)، خالد محمد خير العسس (سورية)، السيد أبو المعاطي السيد (مصر).
الفصل الحادي عشر: نيماتودا تقرح الجذور والنيماتودا الكلوية 399
أحمد أحمد عثمان (مصر)، أحمد السيد إسماعيل (مصر).
الفصل الثاني عشر: نيماتودا ثآليل الحبوب 437
زهير عزيز اسطيفان (العراق)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن).
الفصل الثالث عشر: نيماتودا السيقان والأبصال والبراعم والأوراق 465
خالد محمد خير العسس (سورية)، سميرة حمدان سيلامي (الجزائر)، زهير عزيز اسطيفان (العراق).
الفصل الرابع عشر: النيماتودا خارجية التطفل على الجذور 507
أحمد السيد إسماعيل (مصر)، موفق رمضان كراجة (الأردن)، عبد المجيد ياسين (السودان).
الفصل الخامس عشر: نيماتودا الحمضيات/ الموالح 553
محفوظ محمد مصطفى عبد الجواد (مصر)، فهد عبد الله اليحيى (السعودية)، زهير عزيز اسطيفان(العراق)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن).

الموضوع	الصفحة

الجزء الثاني

الباب الثالث: بيئة النيماتودا في البلدان العربية

الفصل السادس عشر: العوامل البيئية المؤثرة على عشائر النيماتودا 603
وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن)، محفوظ محمد مصطفى عبد الجواد (مصر) ، عبد الله بن زغيو العامري (اليمن) ، فهد عبد الله اليحيى (السعودية).

الفصل السابع عشر: ديناميكية الأعداد، وبقاء وتأقلم نيماتودا النبات................ 643
محفوظ محمد مصطفى عبد الجواد (مصر)، زهير عزيز اسطيفان (العراق).

الفصل الثامن عشر: علاقات النيماتودا مع الأحياء الدقيقة الأخرى في التربة......... 687
أحمد جمال الشريف(مصر)، زهير عزيز اسطيفان (العراق)، أحمد سعد الحازمي (السعودية).

الباب الرابع: النيماتودا ذات الأهمية الاقتصادية في البلدان العربية

الفصل التاسع عشر: نيماتودا محاصيل الخضر 715
وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن)، ندى علي ألّوف (سورية)، محمود محمد أحمد يوسف (مصر).

الفصل العشرون: نيماتودا المحاصيل الحقلية والأعلاف 773
أحمد عبد السميع دوابه(السعودية)، محمود محمد أحمد يوسف (مصر)، أمين وفدي أمين علي (مصر).

الفصل الحادي والعشرون: نيماتودا الأشجار المثمرة 833
زهير عزيز اسطيفان (العراق)، أحمد عبد السميع دوابه (السعودية).

الفصل الثاني والعشرون: نيماتودا المسطحات الخضراء ونباتات الزينة والغابات.... 879
أحمد السيد إسماعيل (مصر)، أحمد عبد السميع دوابه (السعودية).

الموضوع	الصفحة

الفصل الثالث والعشرون: النيماتودا واستخدامها في المكافحة الإحيائية للآفات الحشرية في البلدان العربية 927

محمد مصطفى شمس الدين رجائي (مصر).

الباب الخامس: مكافحة نيماتودا النبات

الفصل الرابع والعشرون: المكافحة الإحيائية لنيماتودا النبات 973

أحمد سعد الحازمي (السعودية)، زهير عزيز اسطيفان (العراق)، لما شريف البنا (الأردن)، أمين وفدي أمين (مصر).

الفصل الخامس والعشرون: مكافحة النيماتودا باستخدام النباتات المقاومة.......... 1017

سليمان محمد الرحيلي (السعودية)، أحمد عبد السلام فرحات (مصر)، فاطمة عبد المحسن مصطفى (مصر).

الفصل السادس والعشرون: مكافحة النيماتودا باستخدام التدابير والطرق الزراعية 1059

وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن)، نوري راضي الحسني(العراق).

الفصل السابع والعشرون: مكافحة النيماتودا بالطرق الفيزيائية 1087

وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن)، خليفة حسين دعباج (ليبيا)، أحمد السيد إسماعيل (مصر)، نوري راضي الحسني(العراق).

الفصل الثامن والعشرون: مكافحة النيماتودا بالمبيدات الكيميائية 1147

أحمد أحمد عثمان (مصر)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن)، زهير عزيز اسطيفان (العراق).

الفصل التاسع والعشرون: مكافحة النيماتودا باستخدام النباتات المضادة والنواتج والمستخلصات الطبيعية، والطرق التشريعية، والزراعة العضوية، وطرق نقل المورثات، والإدارة المتكاملة للنيماتودا 1183

خليفة حسين دعباج (ليبيا)، زهير عزيز اسطيفان (العراق)، أحمد عبد السميع دوابة (السعودية).

الباب الأول
أساسيات علم نيماتودا النبات

الفصل الأول: الشكل الخارجي والتركيب الداخلي للنيماتودا
أحمد عبد السميع دوابه (السعودية)، زهير عزيز اسطيفان (العراق).

الفصل الثاني: الوظائف الإحيائية في النيماتودا
وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن)، أحمد جمال الشريف (مصر)، الزروق أحمد الدنقلي (ليبيا).

الفصل الثالث: التغذية والتأثيرات الضارة والأعراض المرضية لنيماتودا النبات
أحمد سعد الحازمي (السعودية)، أمين وفدي أمين علي (مصر).

الفصل الرابع: تقسيم النيماتودا
لما شريف البنا (الأردن)، عبد العظيم بابكر زيدان (السودان).

الفصل الأول

الشكل الخارجي والتركيب الداخلي للنيماتودا
Nematode Morphology and Internal Structure

أحمد عبد السميع دوابة [1] و زهير عزيز اسطيفان [2]

(1) كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

(2) الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة، ابو غريب، بغداد، العراق.

المحتويات

1. المقدمة	Introduction
2. جدار الجسم	Body wall
3. تجويف الجسم	Body cavity
4. الجهاز الهضمي	Digestive system
5. الجهاز التناسلي	Reproductive system
6. الجهاز الإفرازي - الإخراجي	Secretory-excretory system
7. الجهاز العصبي	Nervous system
8. المراجع	References

1. المقـــدمة

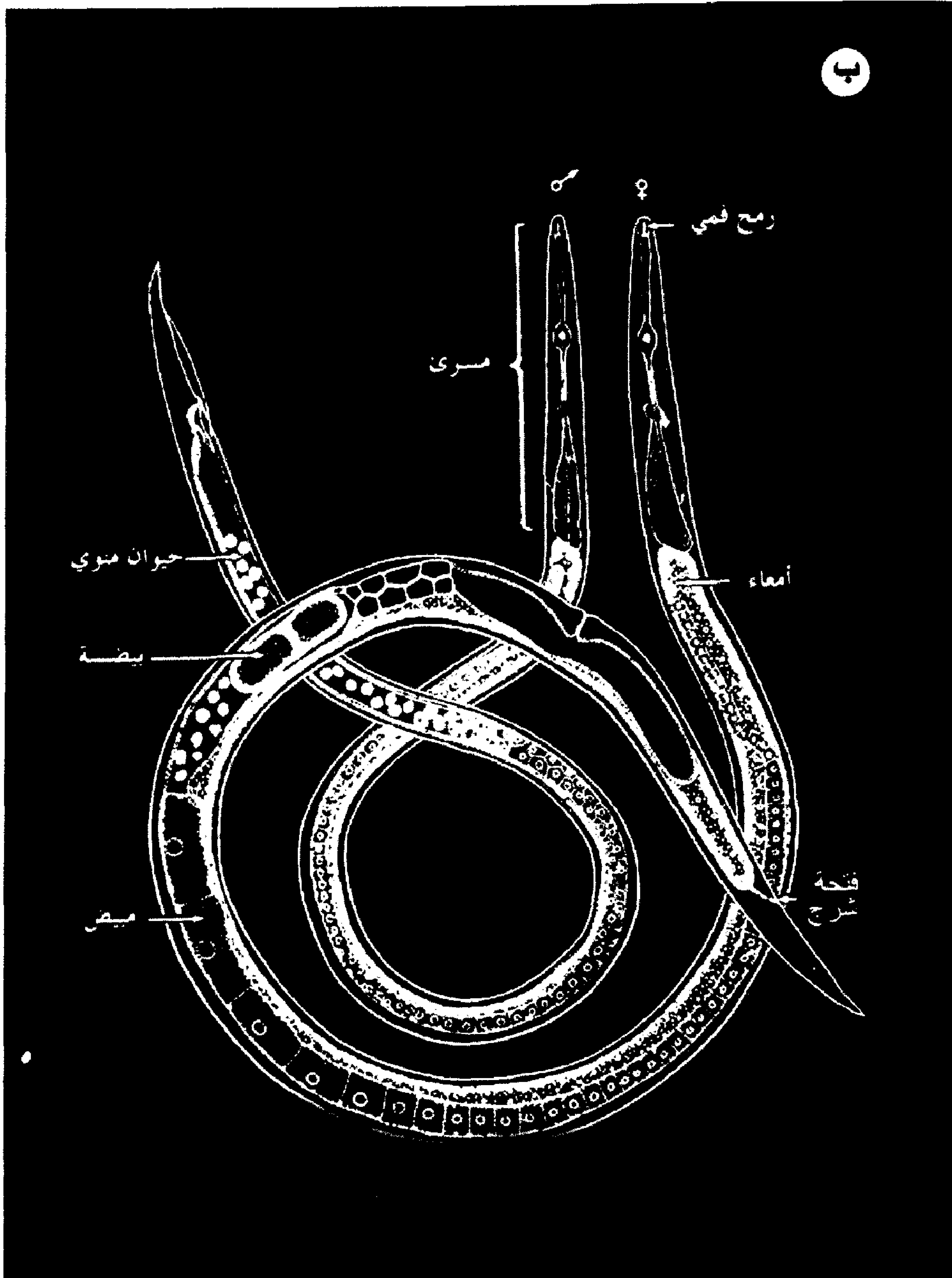
النيماتودا Nematodes هي حيوانات لا فقارية تتبع المملكة الحيوانية، وتعد ثاني أكبر مجموعاتها (بعد الحشرات) من حيث العدد والتنوع. وتوجد النيماتودا فعلياً في جميع البيئات الرطبة بالعالم على اختلاف صورها. فهي توجد في المحيطات الباردة، والينابيع الحارة، وفي تربة أعالي الجبال، والسهول، كما توجد حتى في الخل، وآبار البترول، ومتطفلة على الإنسان والحيوان والنبات كذلك. تتباين النيماتودا كثيراً في تركيبها الخارجي والداخلي حتى تصبح قادرة على التأقلم والمعيشة في تلك البيئات، إلا أنها جميعاً تتميز بمميزات رئيسية ثلاث هي: التناظر الجانبي، والتجويف الجسمي الكاذب، ووجود ثلاث طبقات جنينية.

تحتوي التربة الزراعية عادة على مدى واسع من أنواع النيماتودا التي تختلف في مصادرها الغذائية، فبعضها يتغذى على المكونات المختلفة للأحياء النباتية الدقيقة، وبعضها يتغذى على حيوانات التربة بما فيها بعض أنواع النيماتودا الأخرى أيضاً، وبعضها يتطفل على الحيوانات اللافقارية أو الفقارية، والبعض الآخر يتطفل على النباتات، وهذا الجزء الأخير هو غايتنا بالتناول في هذا الفصل.

تقضي جميع أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتاتPlant-parasitic nematodes جزءاً على الأقل من دورة حياتها بالتربة في صورة بيض، أو يرقات، أو أفراد كاملة، أو خليط من هذه الأطوار. وتتخذ معظم هذه الأنواع شكلاً دودياً مغزلياً Fusiform ، حيث يكون الجسم عريضاً نسبياً في الوسط، ويستدق تدريجياً نحو الطرفين (شكل 1). وقد تأخذ بعض الأنواع أشكالاً مختلفة عن الشكل المغزلي كأن تزداد في الطول وتأخذ الشكل الطويل الضيق كما في النيماتودا الإبرية *Longidorus* spp. والنيماتودا الخنجرية *Xiphinema* spp. (شكل 2). وقد تزداد النيماتودا في السمك بالتساوي على طول جسمها، وتستدير كل من النهايتين الأمامية والخلفية تماماً فتصبح النيماتودا بشكل السجق Sausage shape كما في النيماتودا الحلقية *Criconemella* spp. (شكل 3). وتبدي بعض أجناس النيماتودا ما يعرف بظاهرة التمايز الجنسي Sexual dimorphism، حيث يظل الذكر محتفظاً بشكله

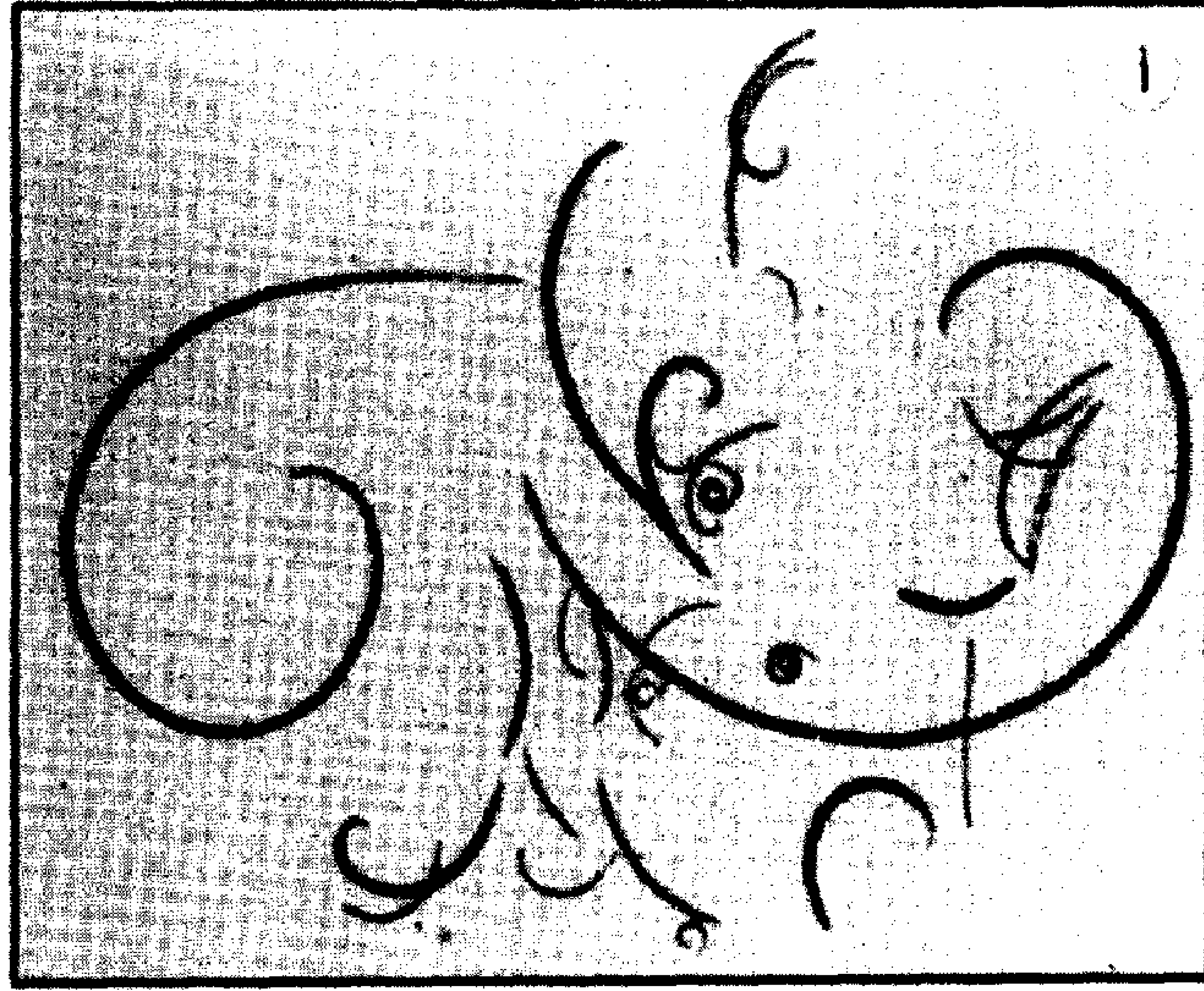
المغزلي طوال حياته، بينما تنتفخ الإناث لتأخذ أشكالاً مختلفة (شكل 4)؛ كالشكل الكلوي للنيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis*، والشكل الكروي تقريباً مع امتداد منطقة العنق لنيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans*، والشكل الكمثري لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.، والشكل الكيسي الممتد لنيماتودا تعقد الجذور الكاذبة *Nacobbus* spp.، والشكل الليموني لنيماتودا الحوصلات *Heterodera* spp.، والشكل الكروي مع وجود عنق لنيماتودا حوصلات البطاطس *Globodera* spp.، وهذا كله على سبيل المثال لا الحصر. إنّ معظم أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات – بصفة عامة – لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة (عدا الإناث المنتفخة لبعض الأجناس) سواءً في التربة أو في أنسجة النباتات، وذلك بسبب شفافيتها وصغر حجمها، حيث يتراوح طولها بين 0,2 إلى 5 مم، ويبلغ عرضها حوالي 0,05 مم، حسب النوع والتطور، إلا أن بعض أنواع النيماتودا البحرية قد يصل طولها إلى 5 سم، كما قد يصل طول بعض أنواع نيماتودا الحيوان إلى 7,5 متر.

تقع معظم أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات في الرتبة رابديتيدا Rhabditida، والقليل منها يقع في الرتبة دوريلايميدا Dorylaimida. ويمكن التمييز بين هاتين المجموعتين عموماً عن طريق الشكل العام للرمح Stylet والمريء Oesophagous/ Esophagus (شكل 5)، وكذلك موقع فتحة قناة الغدة المريئية الظهرية داخل ممر المريء. ويبدو جسم النيماتودا بوجه عام ذا تناظر جانبي، إلا أن بعض أعضائها تبدو ذات تناظر شعاعي (ثلاثي أو رباعي أو سداسي)، ولا ينطبق ذلك على الأمعاء أو الجهاز الإخراجي أو التناسلي فهي لا تكون متناظرة بأي حال من الأحوال. وجسم النيماتودا غير مقسّم إلى حلقات أو مناطق، ولكن اصطلح مجازاً على تسمية مقدمة الجسم التي تشمل أجزاء الفم والرمح بالرأس، ومؤخرة الجسم من الفتحة الشرجية Anus إلى نهاية الجسم بالذيل. أما من الناحية الطولية فيمكن تقسيم جسم النيماتودا إلى أربعة أجزاء هي: الجزءان الجانبيان – وهما متماثلان – ولذلك سميت النيماتودا بالحيوانات جانبية التماثل، والجزء الظهري الذي يخلو من أية فتحات طبيعية، والجزء البطني الذي تقع عليه جميع الفتحات الطبيعية للنيماتودا.



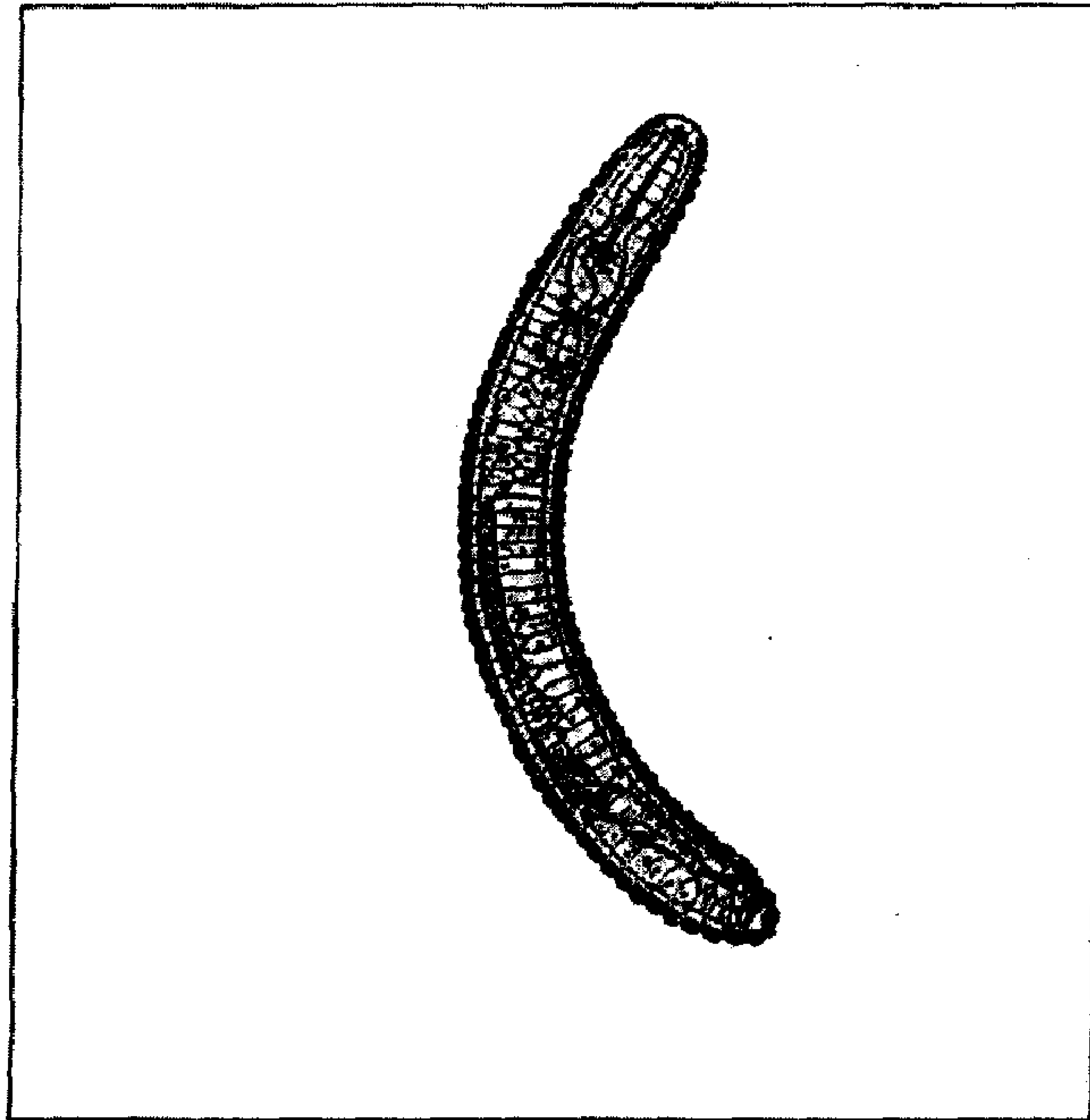
شكل 1. الشكل العام للأطوار دودية الشكل الكاملة (ذكر وأنثى) لنيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus dipsaci* موضحاً أهم الصفات الجسمية.

(دوابة واليحيى، 2008)



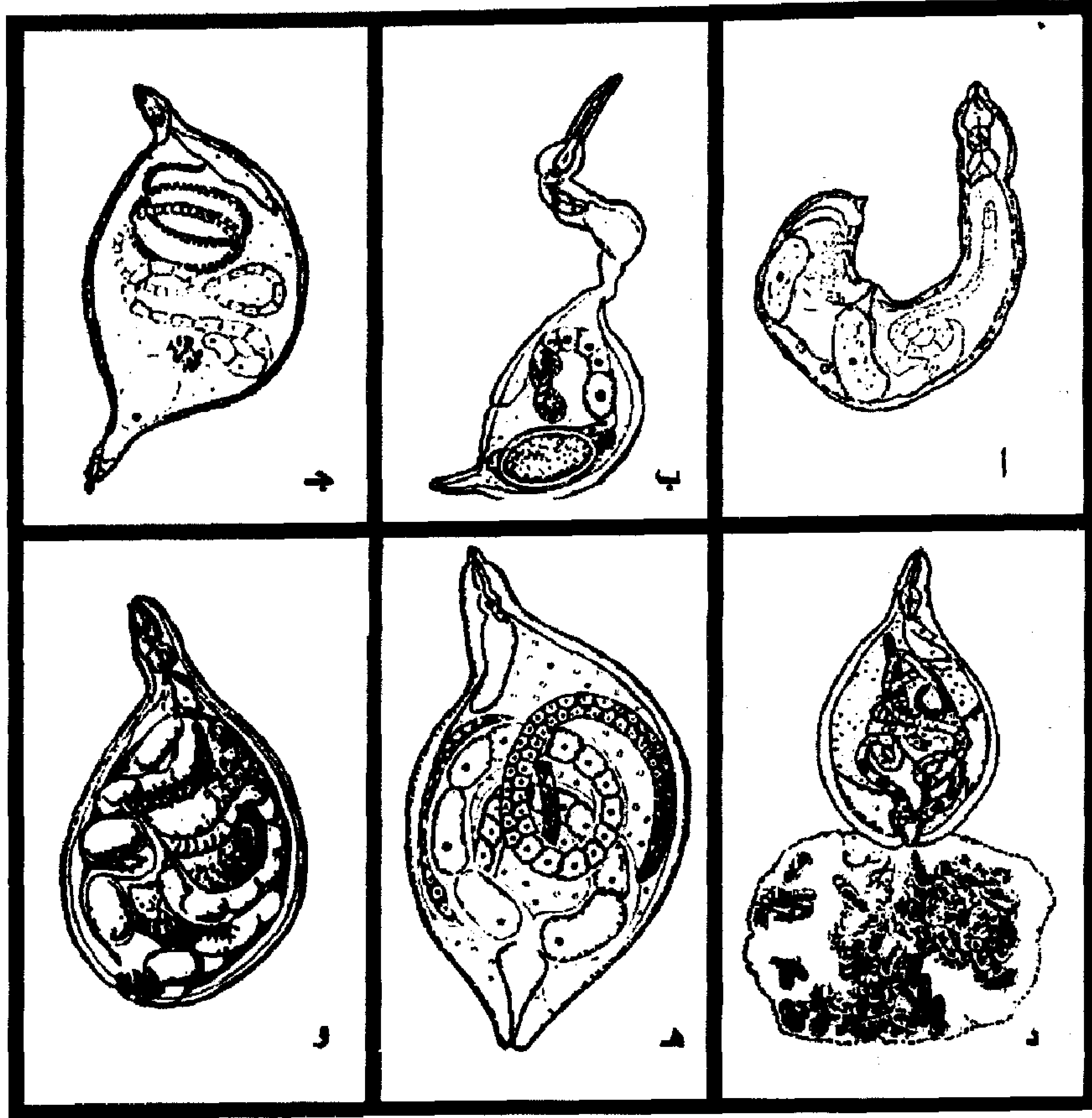
شكل **2**. الشكل العام لبعض أجناس النيماتودا دودية الشكل المتطفلة على النباتات.

(دوابة واليحيى، 2008)



شكل **3**. الشكل العام للنيماتودا الحلقية *Criconemella* spp..

(إبراهيم (دوابة) وأخرون، 1999)



شكل 4. الشكل العام لبعض إناث النيماتودا التي تتخذ أشكالاً منتفخة عند اكتمال نموها:

أ) النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis*.

ب) نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans*.

ج) نيماتودا تعقد الجذور الكاذبة *Nacobbus* spp.

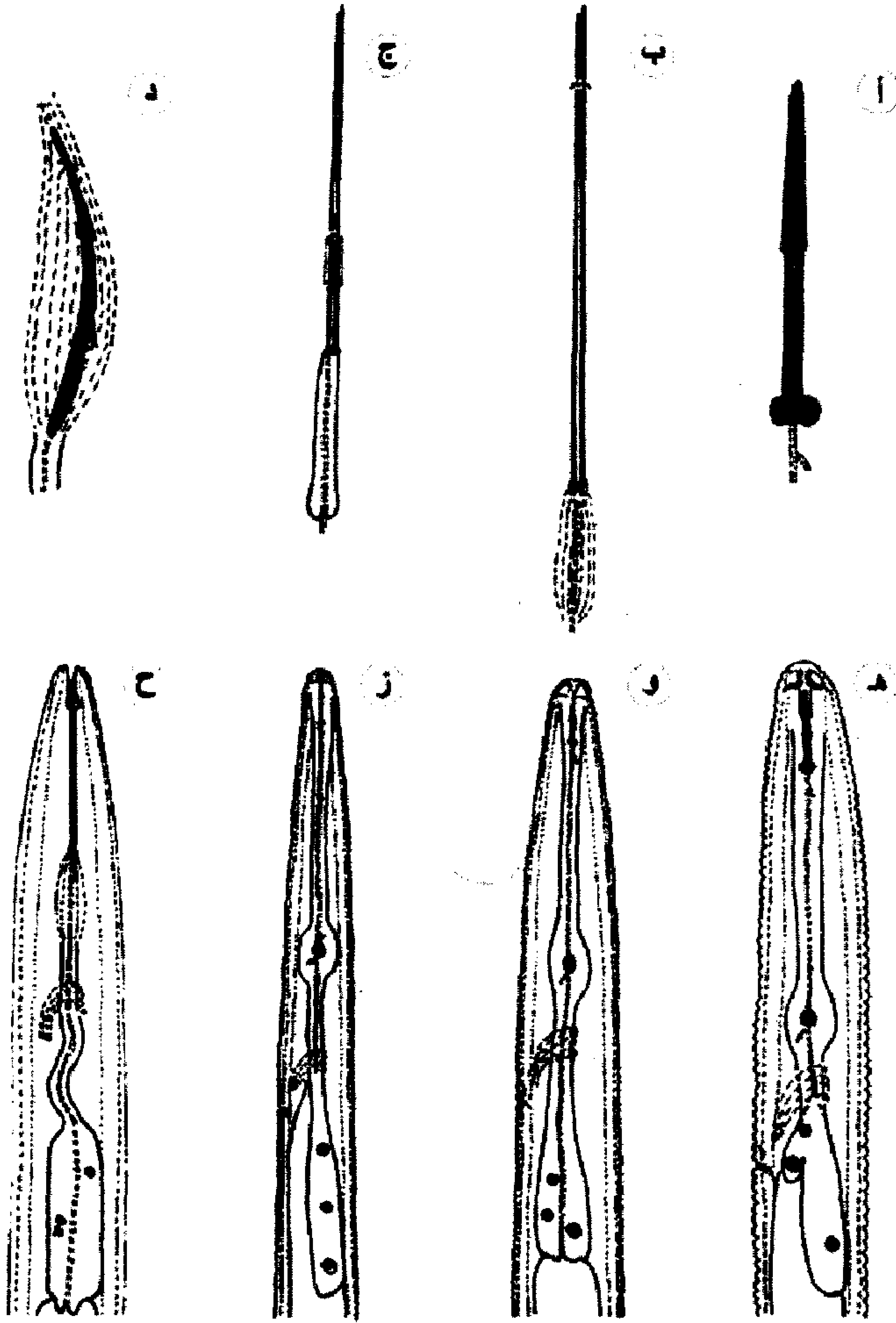
د) نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.

هـ) نيماتودا الحوصلات *Heterodera* spp.

و) نيماتودا حوصلات البطاطس *Globodera* spp.

(إبراهيم (دوابة) وآخرون، 1999)

لا يوجد للنيماتودا جهاز دوري، ولا جهاز تنفسي، ولا أعضاء للرؤية (عيون، أو حتى بقع عينية Ocelli). كما لا يوجد للنيماتودا أرجل أو أعضاء خارجية للحركة، وإنما تتحرك بواسطة عضلاتها الموجودة دائرياً وطولياً في جدار الجسم في حركة أشبه ما تكون بالحركة الثعبانية، ولذلك يسميها البعض أحياناً بالديدان الثعبانية. والنيماتودا حيوانات بيوضة، ويمر البيض فيها بسلسلة كاملة من الانقسامات التي تؤدي في النهاية إلى تطور الجنين، وتكوين ثلاث طبقات جنينية (داخلية ووسطى وخارجية)، لتتكون منها أعضاء النيماتودا المختلفة فيما بعد. يفقس البيض وتخرج منه اليرقات كاملة النمو عدا الجهاز التناسلي وبعض التركيبات الإضافية. وتمر اليرقة أثناء مراحل نموها خارج البيضة بتغيرات شكلية وفسيولوجية، وينمو الجهاز التناسلي تدريجياً، حتى يصل إلى تمام نموه في الإناث والذكور الكاملة. تنسلخ النيماتودا عند تطورها من طور يرقي إلى آخر، ويحدث الانسلاخ الأول داخل البيضة عادة حيث تتطور النيماتودا من الطور اليرقي الأول إلى الثاني، وذلك في معظم الأنواع (عدا القليل جداً منها). يخرج الطور اليرقي الثاني من البيضة، وهو الطور المعدي أيضاً في أغلب الأحوال (عدا في بعض الأنواع القليلة)، ويمر بثلاثة انسلاخات حتى يصل إلى الطور الكامل. وفي كل انسلاخ، ينسلخ الكيوتيكل القديم بأكمله، بما في ذلك الطبقات الكيوتيكلية المحيطة بتجويف الفم والمستقيم وفتحة المجمع، ويحل محله الكيوتيكل الجديد الذي يكون أكثر اتساعاً ليستوعب الزيادة الجديدة في نمو وحجم النيماتودا. وفي بعض الأجناس، كما في جنس النيماتودا الغمدية *Hemicycliophora* – على سبيل المثال – تحتفظ يرقات الطور الكامل بكيوتيكل الطور الأخير (الرابع)، إلى جانب الكيوتيكل الجديد، وتستخدمه في حمايتها من الظروف البيئية غير الملائمة، وبذلك يكون لهذه اليرقات في طورها الكامل طبقتين من الكيوتيكل، وذلك هو السبب في تسميتها بالنيماتودا الغمدية Sheath nematode.



شكل 5. الأنواع الرئيسية للرمح والمريء في النيماتودا نباتية التغذية:

أ- رمح تايلنكويد (مسماري).

ب- رمح لونجيدورس (في النيماتودا الإبرية *Longidorus*).

ج- رمح إبري (في النيماتودا الخنجرية *Xiphinema*).

د- رمح سني قصير منحن (في نيماتودا تقصف الجذور *Trichodorus*).

هـ- مريء تايلنكويد متراكب فوق مقدمة الأمعاء.

و- مريء تايلنكويد مناكب لمقدمة الأمعاء.

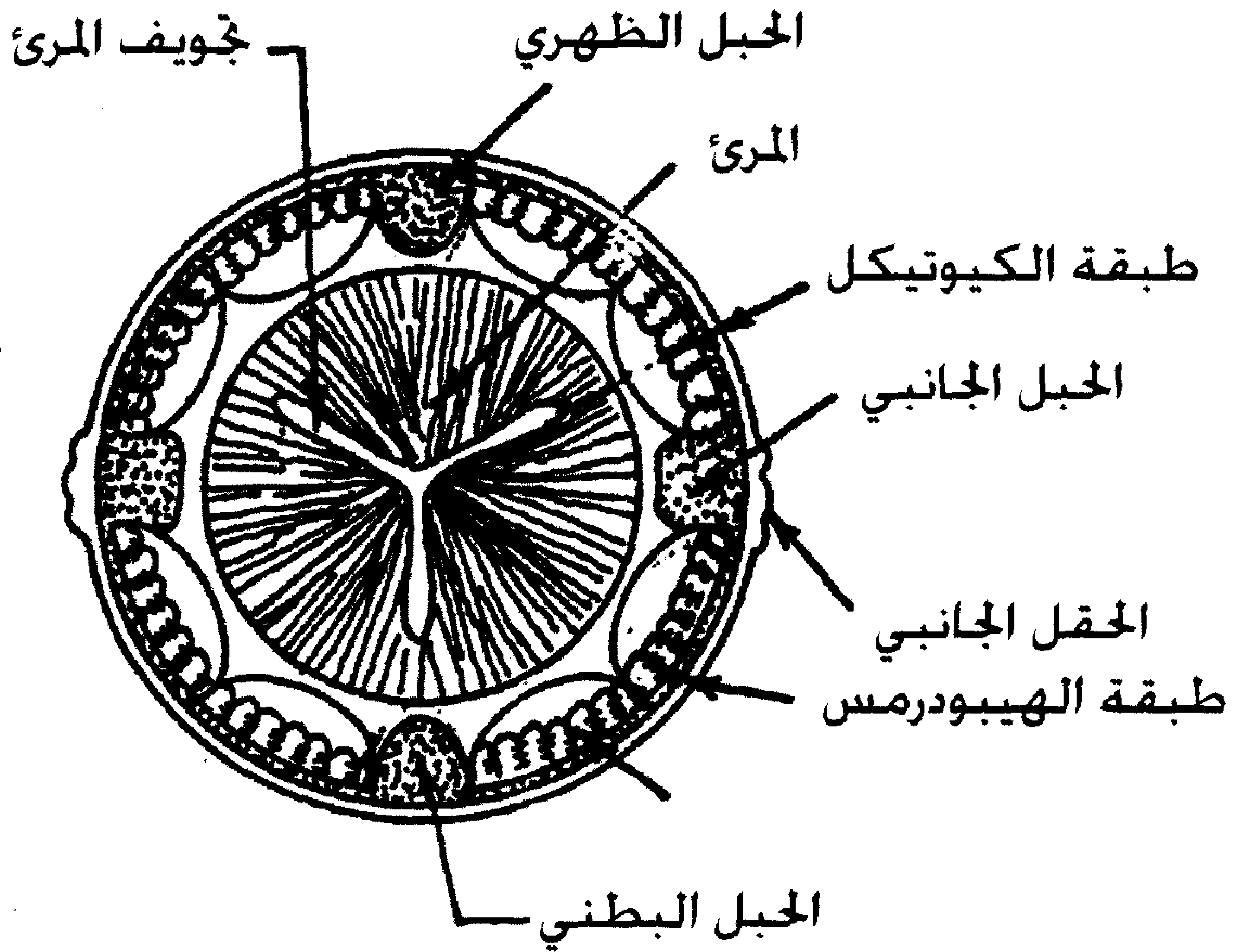
ز- مريء افلنكويد.

ح- مريء دوريلايمويد (قنيني).

(دوابة واليحيى، 2008)

2. جدار الجسم Body wall

جدار الجسم في النيماتودا عادة شفاف، يمكن من خلاله رؤية أجزائها الداخلية كالجهاز الهضمي والتناسلي وغيرها. إلا أنه في بعض الأنواع قد تشوبه مسحة بيضاء أو صفراء، أو حتى ملونة تبعاً لبعض المواد الغذائية الملونة التي وصلت إلى أمعائها. وجدار الجسم عبارة عن تركيب متعدد الطبقات يتكون من ثلاث طبقات رئيسية هي من الخارج إلى الداخل: طبقة الكيوتيكل، وطبقة الهايبودرمس، وطبقة العضلات الجسدية (شكل 6).



شكل 6. قطاع عرضي في جسم النيماتودا عند منطقة المريء يوضح الطبقات الرئيسية الثلاث لجدار الجسم (الكيوتيكل، الهايبودرمس، طبقة العضلات الجسدية)، كما يوضح تجويف المريء ثلاثي التشعع.

(الحازمي، 1992)

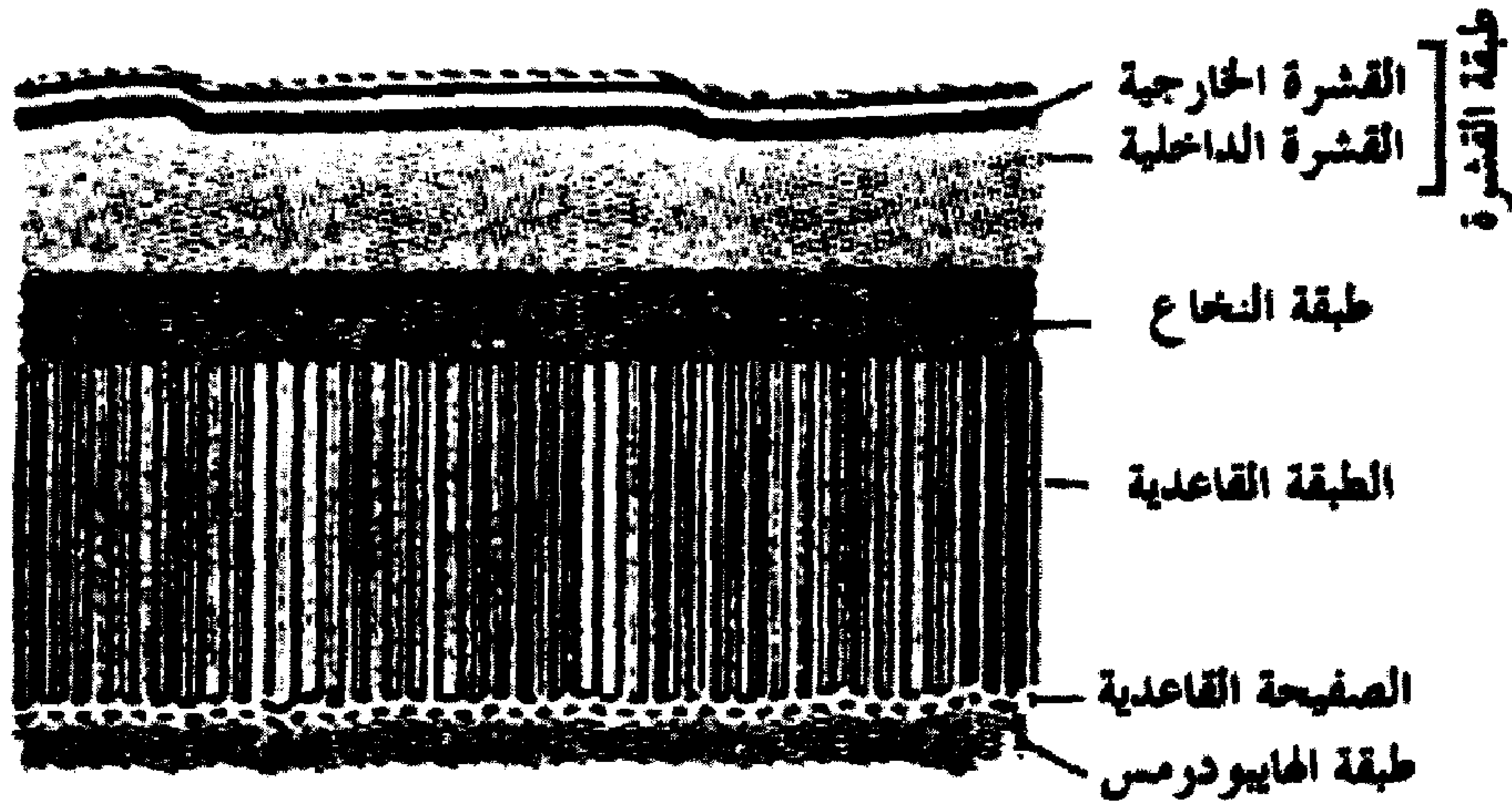
2 - 1. طبقة الكيوتيكل Cuticle

تشكل طبقة الكيوتيكل الغطاء الخارجي لجسم النيماتودا، وتمتد هذه الطبقة أيضاً على شكل امتدادات بسيطة للداخل لتبطن جدر الفتحات الطبيعية الموجودة خارجياً على الجسم، كتجويف الفم، والمستقيم، والمهبل، وفتحة المجمع، والفتحة الشرجية، وكذلك النهايات الطرفية لأعضاء الحس المعروفة باسم الأمفيد Amphid والفازميد Phasmid. كما يدخل الكيوتيكل أيضاً في تركيب المريء ليعطيه دعامةً وتماسكاً. وفي بعض الأجناس أو الأنواع تبرز من طبقة الكيوتيكل بروزات معينة على سطح الجسم من الخارج لتكون تركيبات خاصة على الرأس، كالحلمات والأشواك الشفوية والتركيبات أو الهياكل الرأسية، أو تركيبات خاصة مساعدة للأجهزة التناسلية في الذكور كشوكتي السفاد Spicules، والجراب التناسلي Bursa. وتقوم طبقة الكيوتيكل بحماية الجسم من المؤثرات الخارجية في البيئة المحيطة، كما تعمل أيضاً كهيكل قابل للتمدد عند النمو حتى يحين وقت الانسلاخ.

تتميز طبقة الكيوتيكل أيضاً بخاصية النفاذية الاختيارية من وإلى داخل جسم النيماتودا، ولكن هذه الخاصية تُفقد بموت النيماتودا. والكيوتيكل بوجه عام هو تركيب متعدد الطبقات غير خلوي، وغير حي، تفرزه طبقة الهايبودرمس، ويتكون أساساً من ثلاث طبقات (شكل 7) هي: الطبقة الخارجية أو القشرة Cortex، وطبقة وسطى متجانسة يطلق عليها طبقة الحشوة أو النخاع Matrix، والطبقة القاعدية Basal layer وهي طبقة من الألياف Fibrous layer غالباً. وعموماً فإن هناك الكثير من التحويرات والاختلافات في عدد وشكل طبقات الكيوتيكل فيما بين الأنواع المختلفة من النيماتودا. ويتركب الكيوتيكل كيميائياً من بروتينات ودهون وسكريات معقدة التركيب. وقد يكون السطح الخارجي للكيوتيكل أملساً، أو منقطاً، أو مزخرفاً، أو ذا تحليق عرضي أو خطوط طولية. وفي العادة توجد خطوط طولية Incisures غائرة على الناحيتين الجانبيتين لجسم النيماتودا داخل الحقلين الجانبيين، وتختلف هذه الخطوط في العدد من جنس إلى آخر، وتعد من الصفات التصنيفية الهامة في النيماتودا.

2- 2. طبقة الهايبودرمس Hypodermis

هي الطبقة التي تلي طبقة الكيوتيكل للداخل مباشرة. وهي طبقة حية، خلوية Cellular في طور اليرقات والطور الكامل لبعض الأنواع، ولكنها قد تصبح مدمجاً خلوياً Syncytium في بعض الأنواع الأخرى. وتقوم هذه الطبقة بتكوين طبقة الكيوتيكل بعد كل انسلاخ. وتتكون طبقة الهايبودرمس بصفة أساسية من صفائح رقيقة مترابطة تخترقها أربعة بروزات طولية متجهة إلى داخل جسم النيماتودا في مناطق الظهر والبطن والجانبين، مكونة بذلك أربعة حبال طولية Chords هي: الحبلان الجانبيان، والحبل الظهري، والحبل البطني، وتقسم هذه الحبال طبقة العضلات الداخلية إلى أربعة أقسام متساوية (شكل 6).



شكل 7. قطاع عرضي في منطقة الكيوتيكل في النيماتودا يوضح الطبقات الرئيسية الثلاث للكيوتيكل.

(Baldwin and Perry, 2004)

2- 3. طبقة العضلات الجسدية Somatic musculature

هي الطبقة الثالثة في جدار الجسم، وتلي طبقة الهايبودرمس إلى الداخل مباشرة. وتتميز بكونها طبقة سميكة تتكون من صف واحد من الخلايا العضلية مغزلية الشكل، المغلفة بغشاء رقيق Sarcolemma، ومرتبة طولياً بحيث يواجه سطحها الداخلي تجويف الجسم، ويلامس طرفها الخارجي طبقة الهايبودرمس. وعادة تكون هذه العضلات مقسمة إلى مجموعات (2 – 8 مجموعات بحسب عدد الحبال الطولية الموجودة في منطقة الهايبودرمس) يفصلها عن بعضها البعض الحبال الطولية (الجانبية والظهرية والبطنية). تختلف الخلية العضلية كثيراً من حيث التكوين والتركيب فيما بين المجموعات المختلفة تصنيفياً من النيماتودا. ولكنها تتكون بشكل عام من منطقة منقبضة ليفية تتصل في طرفها الخارجي بطبقة الهايبودرمس بواسطة مجموعة من الألياف، ومنطقة أخرى غير منقبضة (ساركوبلازمية) تمتد إلى داخل تجويف الجسم.

وبالإضافة إلى طبقة العضلات الجسدية، هناك عدد من العضلات المتخصصة التي توجد في أجزاء مختلفة من جسم النيماتودا؛ كالرأس، والمريء، والأمعاء، والشرج، وذلك للمساعدة في عمليات التغذية والتكاثر والإخراج. ومن الأمثلة على ذلك، تلك العضلات التي تساعد في دفع الرمح للخارج، والعضلات التي توجد في منطقة الفتحة الشرجية Anus، والعضلات الموجودة في مناطق؛ الفتحة التناسلية Vulva، وشوكتي السفاد Spicules، والجسم المرشد Gubernaculum، والجراب التناسلي Bursa.

3. تجويف الجسم Body Cavity

يمكن تشبيه جسم النيماتودا بأنه عبارة عن أنبوبتين متداخلتين، الخارجية منهما يمثلها جدار الجسم، والداخلية يمثلها الجهاز الهضمي بدءً من فتحة الفم وحتى المستقيم. ويقع بين هاتين الأنبوبتين تجويف يُعرف باسم التجويف الكاذب Pseudocoelomic cavity، لأن هذا التجويف غير مبطن تماماً بنسيج ميزوديرمي المنشأ، كما في الحيوانات ذات تجويف الجسم الحقيقي، وإنما هو مبطن من الخارج بطبقة العضلات الجسمية، ومن الداخل بالقناة الهضمية، وكلتا الطبقتين لم تنشأ من خلايا ميزوديرمية. ويملأ هذا التجويف

سائل يطلق عليه سائل الجسم، وهو سائل ذو تركيب كيميائي معقد، يعتقد أن له بعض الوظائف الفسيولوجية الهامة داخل جسم النيماتودا؛ كنقل المواد الغذائية من الأمعاء، وتبادل الغازات، والتحكم في حركة الماء داخل الجسم، وتنظيف أعضاء النيماتودا الداخلية (غسيلها). ولهذا السائل دور كبير في حفظ نظام الضغط الانتفاخي Turgor-pressure system لجسم النيماتودا تحت ضغط هيدروستاتيكي معين (يختلف حسب انقباض وانبساط العضلات) ليساعد في حركة النيماتودا. وبالرغم من الإقرار بوجود مصطلح التجويف الجسمي الكاذب في علم النيماتودا، فإن التأكيد على وجود هذا التجويف واضحاً في كل أنواع النيماتودا قد بدأ في الاندثار، وذلك في ضوء المعلومات الحديثة وانجلاء الغموض تدريجياً عن عملية تطور الأنسجة الجنينية وخاصة نسيج الميزوديرم. وفي الحقيقة فإن التجويف الجسمي الكاذب يظهر جلياً في الطفيليات كبيرة الحجم، لكن بعض الأنواع من النيماتودا بما فيها معظم أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات من تحت الرتبة تايلنكينا Tylenchina فليس فيها تجويف جسمي مملوء بأية مادة سائلة يقع فيما بين جدار الجسم والقناة الهضمية (Baldwin and Hirschmann, 1975). وفي النيماتودا التي تحتوي على تجويف جسمي كاذب يملؤه سائل الجسم، يوجد في هذا السائل خلايا كبيرة الحجم Coelomocytes غير منتظمة الشكل متفرعة عادة، تختلف في عددها من نوع إلى آخر. ففي نيماتودا النوع *Caenorhabditis elegans* مثلاً، وهي من أنواع النيماتودا حرة المعيشة غير المتطفلة على النباتات، يوجد في سائل الجسم بالإناث ست خلايا من هذا النوع، بينما يوجد خمس خلايا فقط في الذكور. وليس من المعروف حتى الآن وظيفة هذه الخلايا على وجه التحديد، وقد يعتقد البعض بعدم أهميتها لحياة النيماتودا، لكن البعض الآخر يعتقد بأنها خلايا منظفة Scavengers لجسم النيماتودا.

4. الجهاز الهضمي Digestive System

الجهاز الهضمي في النيماتودا هو جهاز بسيط التركيب، ولذلك يفضل الكثير تسميته بالقناة الهضمية Alimentary canal، وهي بالفعل قناة أو أنبوبة بسيطة التركيب يصب فيها عدد بسيط من الغدد. وتبدأ هذه الأنبوبة بفتحة الفم في الطرف الأمامي من

الجسم وتمتد داخل الجسم إلى أن تنتهي بفتحة الشرج Anus في الأنثى (شكل 8)، أو فتحة المجمع Cloaca في الذكر. ويمكن تقسيم القناة الهضمية إلى ثلاث مناطق رئيسية هي: القناة الهضمية الأمامية Foregut التي تشمل فتحة الفم والشفاه، وتجويف الفم، والمريء منتهية بالصمام المريئي المعوي، والقناة الهضمية الوسطى Midgut التي تمثلها الأمعاء فقط، والقناة الهضمية الخلفية Hindgut بدءاً من الصمام المعوي المستقيمي، وحتى المستقيم وغدده في الإناث، أو المجمع وملحقاته في الذكور. وكما أسلفنا سابقاً، فإن تجويفي القناة الهضمية الأمامية والخلفية مبطنان بالكيوتيكل الذي يستبدل عند كل عملية انسلاخ.

يختلف شكل القناة الهضمية وشكل المريء على وجه التحديد اختلافاً كبيراً فيما بين المراتب التصنيفية المختلفة من النيماتودا. ويعد شكل المريء، على وجه الخصوص، من الصفات التصنيفية الهامة في مجال دراسة وتصنيف النيماتودا. وقد تعكس هذه الاختلافات في شكل القناة الهضمية والمريء نوع أو أسلوب التغذية في كل مجموعة تصنيفية معينة من النيماتودا.

4- 1. القناة الهضمية الأمامية Foregut

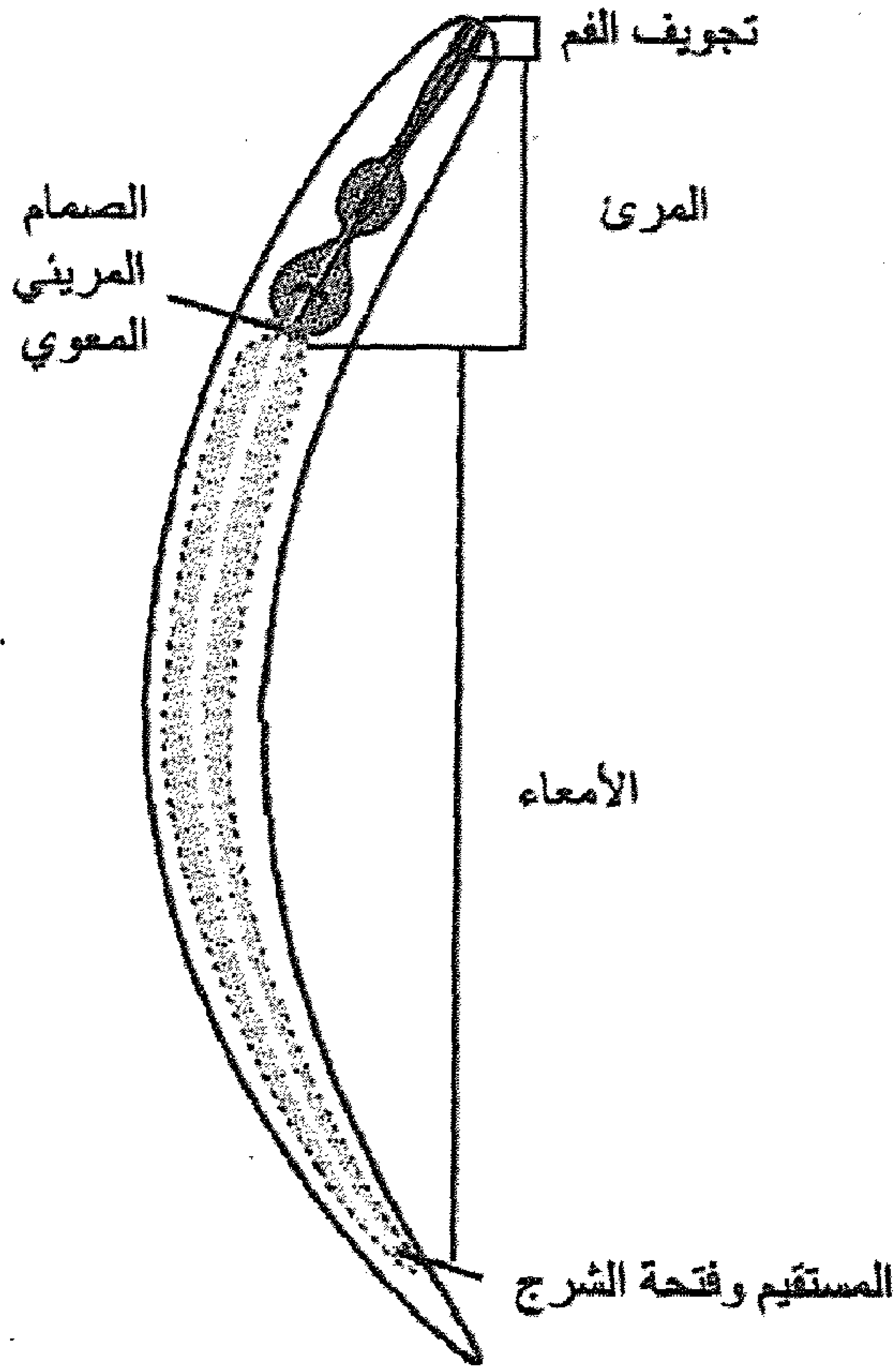
4- 1- 1. الشفاه وفتحة الفم Lips and oral opening

تقع فتحة الفم في الطرف الأمامي من الجسم، وهي عبارة عن فتحة صغيرة مبطنة بالكيوتيكل. ويختلف شكل الفم وفتحته (شكل 9) اختلافاً كبيراً بين الأنواع المختلفة من النيماتودا، وتعد من الصفات التصنيفية الهامة، فقد تكون فتحة الفم ذات شكل بيضاوي أو دائري أو مثلث تبعاً لنوع التغذية وطبيعتها في النيماتودا. ويحيط بفتحة الفم ست شفاه، ولذلك تظهر منطقة الفم أو الرأس في النيماتودا تناظراً سداسياً. وهناك بعض التحويرات في عدد الشفاه وشكلها في بعض الأنواع من النيماتودا، فقد تندمج بعض الشفاه اندماجاً جزئياً فيختزل عدد الشفاه في عدد أقل، أو تندمج كلياً لتكوّن حلقة شفوية واحدة حول فتحة الفم. وقد تتحور بعض الشفاه في بعض أنواع النيماتودا حرة المعيشة إلى تراكيب شفوية معينة، حيث تغيب الشفاه، وتتكون تراكيب أو هياكل رأسية معينة.

4- 1- 2. تجويف الفم Stoma

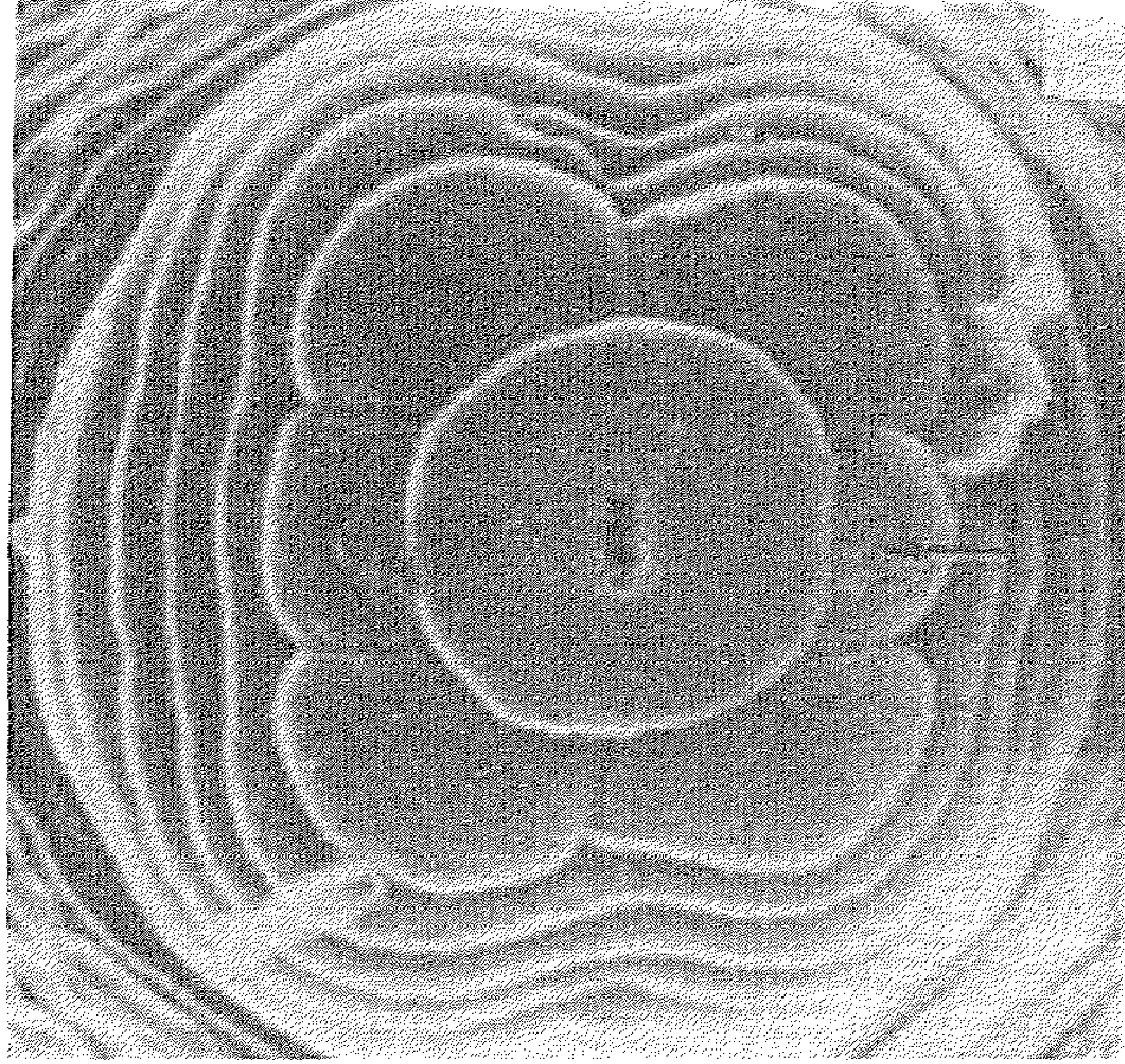
تجويف الفم هو الممر الموصل بين فتحة الفم والجزء الأمامي الضيق من المريء. ويختلف هذا التجويف كثيراً في شكله وتركيبه الداخلي فيما بين الأنواع المختلفة من النيماتودا (شكل 10). ويتركب تجويف الفم بشكل عام من ثلاثة أجزاء رئيسية هي؛ الشيلوستوم Cheilostom، والبروتوستوم Protostom، والتيلوستوم Telostom.

يختلف شكل وتركيب تجويف الفم باختلاف نوع التغذية في الأنواع المختلفة من النيماتودا، فقد يكون تجويف الفم غير مسلح بأسنان أو رمح كما في بعض أجناس النيماتودا حرة المعيشة، أو قد يكون مسلحاً بأسنان أو خطاطيف، كما في بعض أنواع النيماتودا المفترسة، أو قد يكون مسلحاً برمح كما في أجناس النيماتودا المتطفلة على النباتات من رتبتي رابديتيدا Rhabditida، ودوريلايميدا Dorylaimida.



شكل 8. القناة الهضمية في النيماتودا بداية من فتحة الفم حتى فتحة الشرج.

(Baldwin and Perry, 2004)



شكل 9. منظر سطحي/ وجهي يوضح شكل فتحة الفم في النيماتودا الحلزونية *Scutellonema* spp.، والتناظر الشعاعي السداسي، حيث تحاط فتحة الفم بست شفاه، ويشير السهم إلى فتحة الأمفيد التي تغطيها الإفرازات.

(Coomans and De Grisse, 1981).

4- 1- 3. الرمـــح Stylet

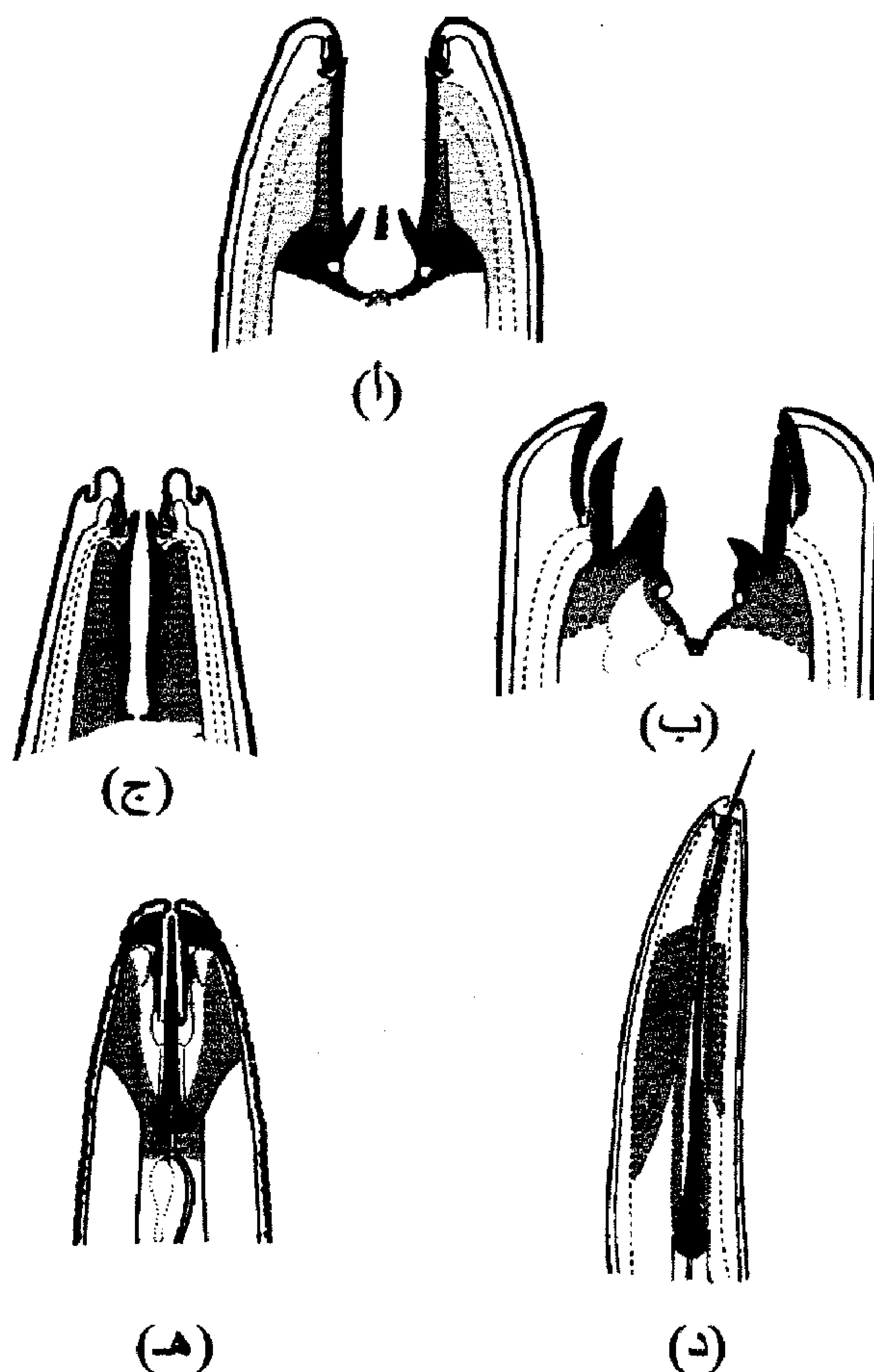
تمتلك جميع أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات رمحاً مجوفاً Stylet أو Spear يمكنها بواسطته اختراق أنسجة العائل والجدر الخلوية، وذلك لامتصاص العصارة النباتية. وهناك نوعان من الرماح في النيماتودا المتطفلة على النباتات يختلفان من حيث الشكل والمنشأ هما: الرمح السماري Stomatostylet الذي يوجد في نيماتودا تحت الرتبة تايلنكينا Tylenchina، وأغلبها نيماتودا متطفلة على النباتات (شكل 10: هـ)، والرمح السني Odontostylet الذي يوجد في النيماتودا المتطفلة على النباتات من رتبة Dorylaimida (شكل 10: د).

4- 1- 3- 1. الرمح المسماري Stomatostylet

ينشأ هذا الرمح من اندماج الجدر المتصلبة لتجويف الفم Stoma، ويتكون من كيوتيكل متصلب ذي تجويف ضيق جداً ينتهي إلى تجويف المريء. وللرمح فتحة ضيقة جداً بالقرب من طرفه الأمامي على الناحية البطنية له. ويتركب هذا الرمح (شكل 10: هـ) من ثلاثة أجزاء رئيسية هي؛ جزء أمامي مخروطي الشكل يسمى النصل Blade، وجزء وسطي يسمي القصبة أو عمود الرمح Shaft، وثلاث عقد قاعدية Basal knobs يرتكز عليها الرمح، لتقوم بتحريكه إلى الأمام والخلف، حيث تتصل هذه العقد بعضلات قوية تربطها بجدار الجسم، وعند انقباض هذه العضلات يندفع الرمح خارجاً من فتحة الفم، وعند انبساطها يعود الرمح مرة أخرى إلى داخل تجويف الفم. وتحدث هذه الحركة بطريقة سريعة جداً ليضرب الرمح بقوة في مكان معين من جدار الخلية النباتية حتى يثقبه، ولكنه لا يثقب الغشاء الخلوي للخلية غالباً نظراً لمطاطية هذا الغشاء. وعند الانسلاخ، يخرج الجزء المخروطي الأمامي من الرمح مع كيوتيكل الانسلاخ، بينما تختفي قصبة الرمح والعقد القاعدية مؤقتاً، ويعود الجميع مرة أخرى بعد اكتمال الانسلاخ. ويعد الرمح من الصفات التصنيفية الهامة جداً في مجال تصنيف النيماتودا.

4- 1- 3- 2. الرمح السني Onchiostyle أو Odontostyle

وهو رمح طويل نسبياً، إبري الطرف ذو تجويف ضيق جداً (شكل **10**: د). ينشأ الرمح Onchiostyle /Onchiostylet من جدار الجزء الأمامي للمريء في مرحلة ما بعد التطور الجنيني كما في النيماتودا *Trichodorus*، بينما ينشأ الرمح Odontostyle/ Odontostylet من أحد الجدر الداخلية المبطنة للمريء، بالإضافة إلى ثلاثة انتفاخات Flanges قاعدية كما في النيماتودا *Xiphinema* . وفي مثل هذه الرماح الطويلة، توجد حلقة مرشدة Guiding ring تحيط بالرمح لتوجيهه ويختلف موقعها باختلاف جنس النيماتودا. تتصل الانتفاخات القاعدية للرمح السني بجدر مقدمة الجسم بواسطة ثماني عضلات. وعند الانسلاخ يخرج الجزء الأمامي من الرمح Odontophore، بينما يتجدد تكوين الجزء الخلفي والانتفاخات القاعدية من الجدر المبطنة للمريء.



شكل **10**. أشكال تجويف الفم في النيماتودا:

أ- ج) تجويف الفم في بعض أنواع النيماتودا غير المتطفلة على النباتات.
د) تجويف الفم في نيماتودا الجنس .*Xiphinema* spp من الرتبة Dorylaimida.
هـ) تجويف الفم في نيماتودا الجنس .*Heterodera* spp من الرتبة Rhabditida.

.(Coomans, 1963 .Baldwin *et al*., 1997)

4- 1- 4. المـــريء Esophagous /Oesophagous

المريء في النيماتودا عضو عضلي غدي التركيب يقوم بعدة وظائف حيوية هامة، لعل من أهمها إفراز العصارات الهاضمة، ودفعها إلى أنسجة النبات، ثم امتصاص الغذاء ودفعه إلى الأمعاء، أي أنه يعمل كمضخة ماصة دافعة. ويمر الغذاء من تجويف الفم إلى المريء مباشرة، أو عن طريق أنبوب صغير يصل بين تجويف الفم والمريء هو البلعوم Pharynx. ويمتاز تجويف المريء بشكله ثلاثي التشعع على شكل الحرف اللاتيني Y (شكل 6)، وبكونه مبطناً من الداخل بطبقة من الكيوتيكل. ويحتوي المريء على عضلات شعاعية، وغدد هاضمة، وصمامات متصلبة تتحكم في اتجاه حركة الغذاء والعصارة المريئية. كما يحتوي جدار المريء على العديد من الألياف العضلية الشعاعية التي تربطه بالمحيط الخارجي له. وتتحكم هذه العضلات أيضاً في حركة الغذاء من وإلى المريء، فعند انقباضها يتسع تجويف المريء ليسحب الغذاء من تجويف الفم ثم يدفعه خلفاً نحو الأمعاء، وعند انبساطها يغلق تجويف المريء مرة أخرى. ولا تتم حركة الغذاء هذه عشوائياً بل يتحكم بها عدة صمامات متصلبة، لعل من أهمها الصمام المريئي المعوي Oesophago-intestinal valve الذي يوجد عند منطقة اتصال المريء بالأمعاء. ويُطلق على الجزء القاعدي من المريء (أياً كان شكله) الجزء الغدي، حيث يحتوي هذا الجزء على غدد المريء التي تفرز العصارات الهاضمة، والتي تختلف في عددها فيما بين الفصائل المختلفة من النيماتودا، لكنها في معظم أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات من تحت رتبة تايلنكينا Tylenchina يكون عددها ثلاث غدد؛ واحدة ظهرية، واثنتين تحت بطنيتين. وتصب إفرازات الغدة الظهرية للمريء عادة في الخلايا النباتية عن طريق قناة صغيرة بالقرب من الطرف الأمامي للمريء من خلال فتحة قناة الغدة المريئية الظهرية Dorsal oesophageal gland opening (DEGO، أو DGO)، ويعد موقع هذه الفتحة من الصفات التصنيفية الهامة في النيماتودا، بينما تصب إفرازات الغدتين تحت البطنيتين في البصلة الوسطى من المريء غالباً، ونادراً في الجزء الأمامي منه.

يختلف شكل المريء كثيراً في الأنواع والفصائل المختلفة من النيماتودا، وذلك حسب طبيعة وطريقة التغذية. وهو يتكون في تحت الرتبة تايلنكينا Tylenchina، التي تضم أغلب أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات، تفصيلياً من ثلاثة أجزاء رئيسية (شكل 11)

هي: 1) الجسم Corpus ويتكون من جزء أمامي، أسطواني الشكل، غير عضلي التركيب، يسمي بالجسم الأمامي Procorpus، وانتفاخ بصلي الشكل Metacorpus يسمى بالانتفاخ الوسطي أو البصلة الوسطى Median bulb يحتوي على صمام متصلب وعضلات شعاعية، 2) جزء ضيق يصل بين البصلة الوسطى والبصلة القاعدية، ويطلق عليه المضيق أو البرزخ Isthmus، وهو غالباً عديم الأنوية، وتحيط به من الخارج الحلقة العصبية المركزية، 3) البصلة القاعدية Basal bulb، وهي المنطقة الغدية من المريء التي تحوي غدد المريء. وتتصل البصلة القاعدية للمريء بالأمعاء عادة بواسطة الصمام المريئي المعوي (شكل 11). توجد تحورات كثيرة لشكل المريء تجعله من الصفات الهامة التي يُعتمد عليها في تصنيف النيماتودا. ومن أهم أشكال المريء وأكثرها شيوعاً في النيماتودا ما يأتي:

4- 1- 4- 1. الشكل الأسطواني Cylendrical (شكل 12: أ)

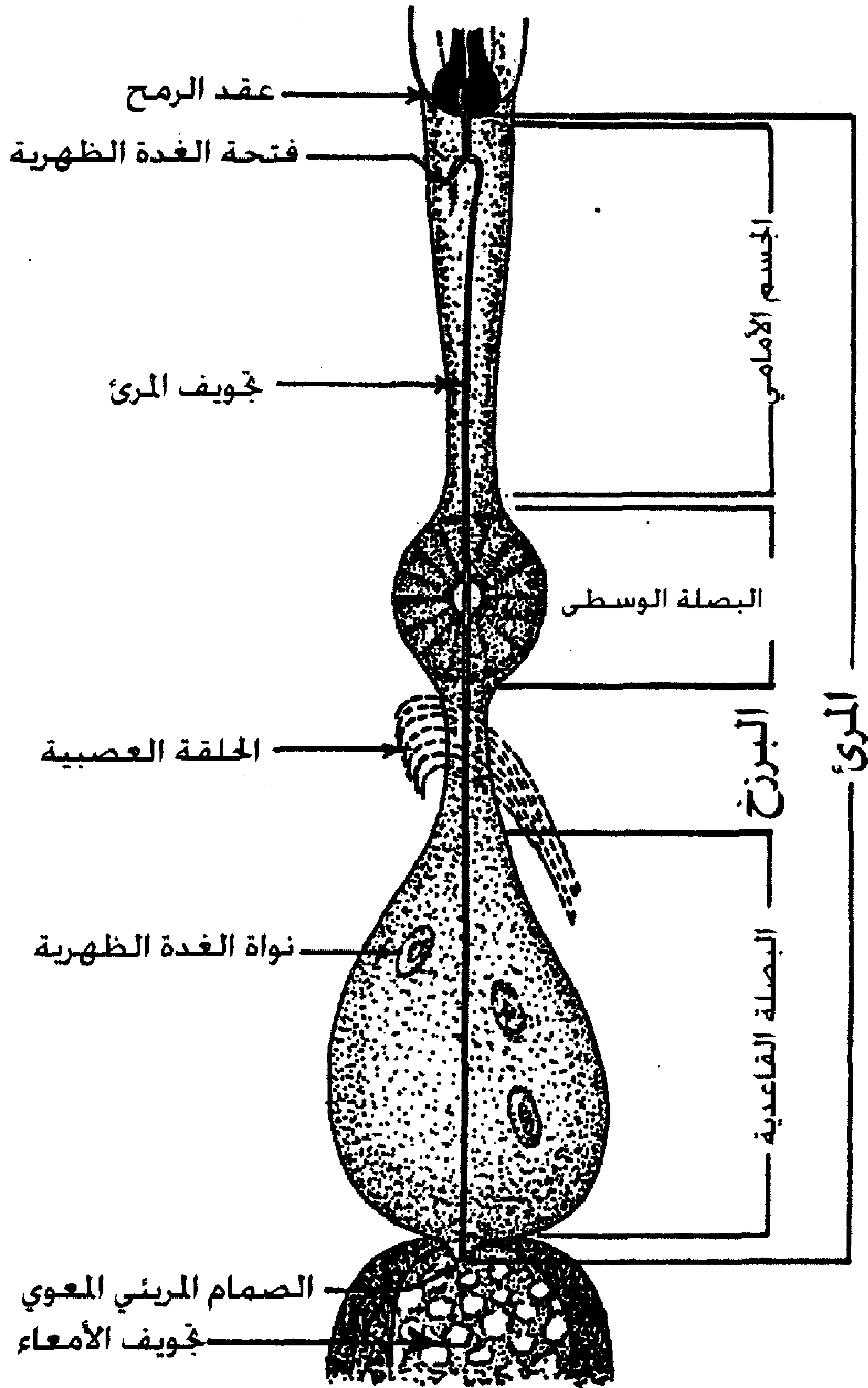
لا يتميز المريء إلى مناطق معينة، بل هو عبارة عن جزء واحد أسطواني الشكل متساوي الاتساع، كما في نيماتودا الجنس *Mononchus*.

4- 1- 4- 2. الشكل الدوريلايمويد (القنيني) Dorylaimoid (شكل 12: ب)

يتميز المريء في هذا الشكل إلى جزئين اثنين؛ جزء أمامي طويل ضيق غير عضلي، وجزء خلفي متسع عضلي وغدي التركيب يحتوي على الغدد، كما في نيماتودا الرتبة Dorylaimida التي تضم بعض الأجناس المتطفلة على النباتات، والتي تتميز – في الوقت نفسه – بقدرتها على نقل بعض الفيروسات النباتية مثل: *Xiphinema*، و*Trichodorus*، و*Longidorus*.

4- 1- 4- 3. الشكل البصلي Bulboid (شكل 12: ج)

يتميز المريء في هذا الشكل إلى جزئين اثنين؛ جزء أمامي اسطواني الشكل، وجزء بصلي الشكل يحتوي على الغدد كما في نيماتودا الجنس *Plectus*.

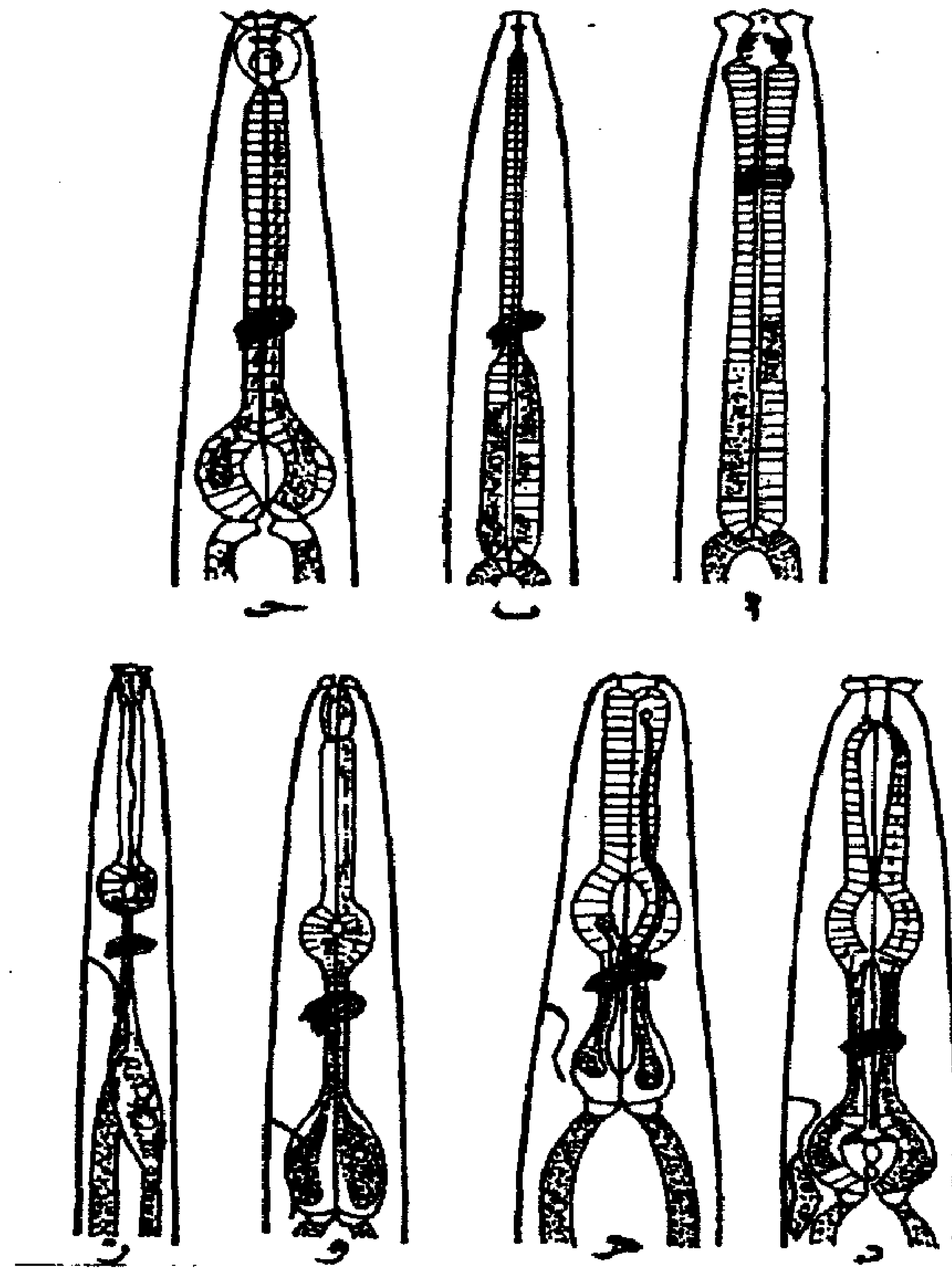


شكل 11. الشكل التفصيلي للمريء في تحت الرتبة تايلنكينا **Tylenchina** التي تضم أغلب أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات.

(الحازمي، 1992)

4- 1- 4- 4. الشكل الرابديتويد (النموذجي) Rhabditoid (شكل 12: د)

يتميز هذا المريء نموذجياً إلى المناطق الثلاث المعروفة للمريء، فهو يحتوي الجسم بجزئيه المعروفين (الجسم الأمامي والبصلة الوسطى)، والبرزخ، والبصلة القاعدية، كما في نيماتودا الجنس *Rhabditis*. ويميز هذا المريء احتواء الجزء القاعدي منه على صمام متصلب يشبه الفراشة.



شكل **12**. أهم أشكال المريء وأكثرها شيوعاً في النيماتودا قاطنة التربة:

أ) الشكل الاسطواني Cylindrical.

ب) الشكل الدوريلايمويد (القنيني) Dorylaimoid.

ج) الشكل البصلي Bulboid.

د) الشكل الرابديتويد (النموذجي) Rhabditoid.

هـ) الشكل الديبلوجاسترويد Diplogasteroid.

و) الشكل التايلنكويد Tylenchoid.

ز) الشكل الأفلنكويد Aphelenchoid. (الحازمي، 1992).

4- 1- 4- 5. الشكل الديبلوجاسترويد Diplogasteroid (شكل 12: هـ)

يشبه إلى حد كبير الشكل النموذجي، لكنه يختلف عنه في عدم وجود صمام متصلب في البصلة القاعدية، كما في نيماتودا الجنس *Diplogaster*.

4- 1- 4- 6. الشكل التايلنكويد Tylenchoid (شكل 12: و)

وهو الشكل الأكثر شيوعاً في النيماتودا المتطفلة على النباتات، ويوجد في أغلب أنواع نيماتودا تحت الرتبة تايلنكينا Tylenchida. ويشبه هذا الشكل من المريء الشكل الرابديتويد (النموذجي)، حيث يتميز إلى ثلاثة أجزاء رئيسية هي: الجسم بجزئيه المعروفين (الجسم الأمامي والبصلة الوسطى)، والبرزخ، والبصلة القاعدية. لكنه يختلف عن المريء الرابديتويد في احتواء البصلة الوسطى منه على صمام متصلب، وعدم وجود صمام في البصلة القاعدية التي تحتوي في الواقع على غدد المريء. وقد يتحور هذا الشكل من المريء عدة تحورات، فقد تختفي مثلاً البصلة الوسطى كما هو الحال في الجنس *Neotylenchus*، وقد تندمج البصلة الوسطى مع الجسم الأمامي كما هو الحال في الجنس *Criconemella*.

4- 1- 4- 7. الشكل الأفلنكويد Aphelenchoid (شكل 12: ز)

وهو يشبه الشكل التايلنكويد إلا أن البصلة الوسطى أكبر حجماً، وحدودها أكثر وضوحاً، وتحتوي على صمام واضح التركيب، وتصب جميع غدد المريء في البصلة الوسطى، كما في نيماتودا الجنس *Aphelenchus*.

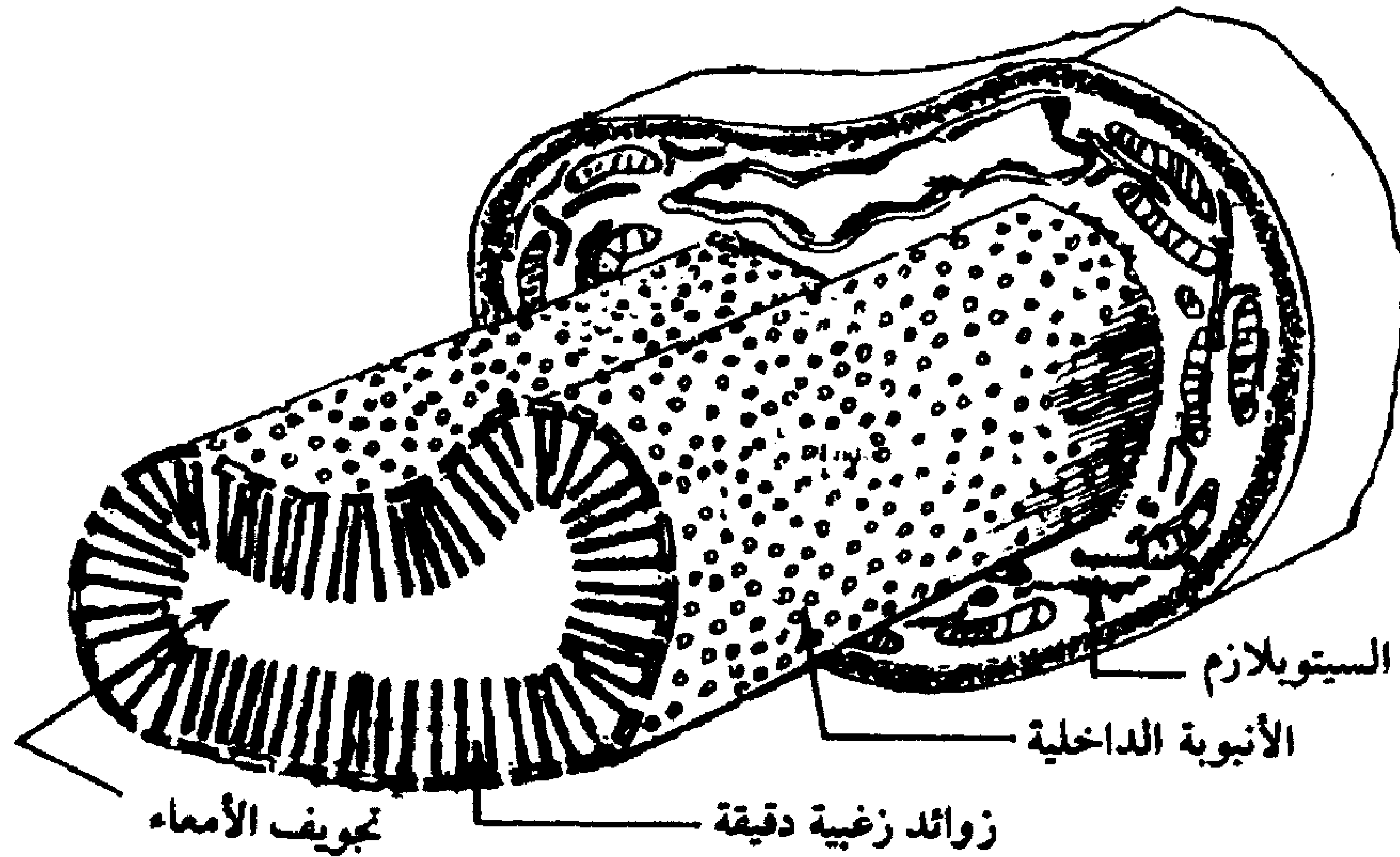
4- 2. القناة الهضمية الوسطى (الأمعاء) Midgut

الأمعاء Intestine هي أكبر عضو في الجهاز الهضمي، وهي أنبوبة طويلة بسيطة التركيب تتصل بالانتفاخ القاعدي للمريء بواسطة الصمام المريئي المعوي Oesophago-intestinal valve، وتنتهي باتصالها مع المستقيم بواسطة الصمام المعوي المستقيمي Intestinal-rectal valve. والوظيفة الأساسية للأمعاء هي امتصاص وتخزين الغذاء. كما يعتقد أن المنطقة الأمامية من الأمعاء لها وظيفة إفرازية، حيث تفرز بعض إنزيمات الجهاز

الهضمي. يتألف جدار الأمعاء من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية التي يبرز من سطوحها الداخلية بروزات سيتوبلازمية Microvilli تشبه الأهداب، وهي التي تقوم بعملية الامتصاص (شكل 13). تحتوي الأمعاء على مخزون من الدهون والأحماض الدهنية والجليكوجين والبروتينات وبعض الأجسام البلّورية التي كان يعتقد أنها مخلفات هضمية.

4- 3. القناة الهضمية الخلفية (المستقيم) Hindgut

تتصل النهاية الخلفية للأمعاء (القناة الهضمية الوسطى) بالقناة الهضمية الخلفية المستقيم Rectum بواسطة الصمام المعوي المستقيمي Intestinal-rectal valve. ويحتوي المستقيم في أجناس تحت الرتبة Tylenchina عدداً من الغدد وحيدة الخلية التي تؤدي وظيفة معينة، ومن أشهرها تلك الغدد الست التي توجد في مستقيم أنثى نيماتودا تعقد الجذور وتفرز المادة



شكل **13**. قطاع عرضي يوضح تجويف الأمعاء والبروزات السيتوبلازمية الداخلية.

(الحازمي، 1992)

الجيلاتينية مع البيض خارج الجسم مكونة بذلك كتل البيض الجيلاتينية Egg masses. ولهذه المادة الجيلاتينية فوائد كبيرة في حماية البيض من المفترسات بالتربة. وفي الأنثى، يفتح المستقيم في فتحة الشرج Anus على الناحية البطنية من الجسم. أما في الذكر، فيحل المجمع Cloaca محل المستقيم، وهو عبارة عن قناة مشتركة يفتح فيها كل من الجهازين الهضمي والتناسلي معاً. ويحتوي الجدار الظهري من المجمع على جيوب كيوتيكلية التركيب تشمل شوكتي السفاد والأعضاء المساعدة التي ستتم مناقشتها فيما بعد في الجهاز التناسلي للنيماتودا.

5. الجهاز التناسلي Reproductive System

النيماتودا كائنات أحادية الجنس ثنائية المسكن، أي تتميز إلى ذكور وإناث متباينة الشكل، حيث يمكن تمييز شوكتي السفاد بوضوح في الذكور. وفي بعض الأنواع تشاهد ظاهرة التمايز الجنسي Sexual dimorphism واضحة بين الذكور والإناث، كما هو الحال في نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. التي تظل فيها الذكور على حالتها الدودية النشطة، بينما تسكن الإناث عن الحركة، وتنتفخ أجسامها لتأخذ شكلاً كروياً مميزاً. وفي أجناس أخرى كمجموعة النيماتودا الكريكونيماتيدية Criconematids مثلاً، لا تتغذى الذكور، ولذلك تحتوي على قناة هضمية أثرية أو بدائية على عكس الإناث. وهناك أيضاً بعض الصفات المميزة بين الذكور والإناث، ولكن لا يعتمد عليها في التصنيف بصورة أساسية، كصغر حجم الذكور عادة مقارنة بالإناث. وبالرغم من ذلك فإنه في بعض الحالات توجد أنواع قليلة تحمل أفرادها الصفات الجنسية الذكرية والأنثوية معاً، أي تكون ثنائية الجنس أحادية المسكن، كما في بعض أنواع نيماتودا تعقد الجذور، ونيماتودا السيقان والأبصال.

5- 1. القناة التناسلية العامة General Reproductive Tract

تتشابه القناة التناسلية Reproductive tract كثيراً في كل من الذكر والأنثى، إذ تتكون هذه القناة أساساً من غدة أو غدتين تناسليتين Gonads تختلفان في الشكل والحجم

باختلاف النيماتودا. فالجهاز التناسلي الأنثوي إما أن يحتوي على غدتين Didelphic، أو على غدة واحدة Monodelphic (شكل 14). فإذا كان الجهاز التناسلي الأنثوي ذا غدتين، فإن هاتين الغدتين قد تتجهان معاً إلى جهة واحدة فيسمى Didelphic prodelphic (شكل 14: أ)، أو تتجه إحداهما للأمام والأخرى للخلف – وذلك هو الأغلب – فيسمى Didelphic amphidelphic (شكل 14: ب، جـ). وقد تكون الغدة التناسلية مستقيمة Straight (شكل 14: هـ)، أو منعكسة Reflexed (شكل 14: د)، أو ملتفة Coiled.

وقد تكون الذكور أيضاً ذات غدة تناسلية واحدة Monarchic أي يحتوي الذكر على خصية واحدة، ممتدة للأمام عادة، وذلك هو الأغلب في نيماتودا النبات. أو يكون الذكر ذا غدتين، أي يحتوي على خصيتين Diorchic. وفي هذه الحالة قد تكون الخصيتان متجهتين للأمام، أو متضادتين في الاتجاه. وقد تكون الخصية منعكسة أو ملتفة، لكن لا توجد مصطلحات علمية لوصف ذلك. وعلى عكس الجهاز التناسلي الأنثوي ذو الغدتين، فالغدتان منفصلتان تماماً عن بعضهما البعض، نجد أن الخصيتين في الجهاز التناسلي الذكري ذي الخصيتين تلتقيان عند نهايتهما الطرفية لتشتركا في قناة واحدة وفتحة واحدة (شكل 15).

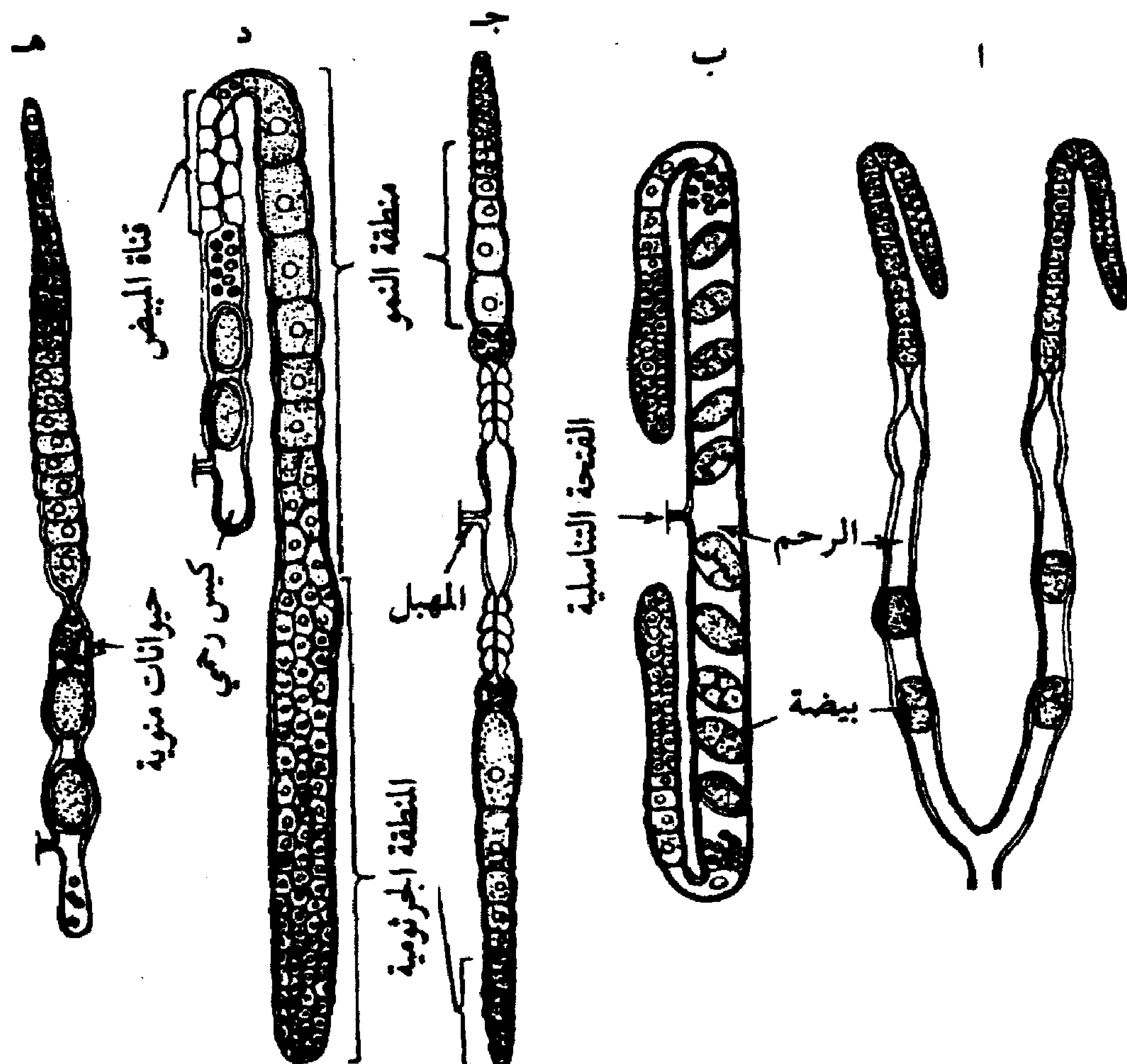
5- 2. الجهاز التناسلي في الأنثى Female reproductive System

يتركب الجهاز التناسلي في الأنثى (شكل 16) من عدة أجزاء رئيسية مميزة، مرتبة من نهايتها الطرفية إلى الداخل على النحو الآتي:

5- 2- 1. المبيض Ovary

هو تركيب غدي أسطواني الشكل يقوم بإنتاج البيض، وقد تحتوي الأنثى على مبيض واحد أو مبيضين. يتميز المبيض إلى منطقتين هما؛ المنطقة الجرثومية Germinal zone وهي منطقة قصيرة تقع في الطرف النهائي للمبيض، وتحتوي على خلايا جنسية صغيرة تسمى البويضات الأولية Oogonia، والتي تتميز بقدرتها على الانقسام فتنقسم انقسامات سريعة متوالية. والمنطقة الثانية هي منطقة النمو Growth zone، وهي منطقة

أكبر حجماً، وتنمو فيها البويضات الأولية لتتحول إلى خلايا أكبر حجماً تسمى الخلايا البيضية Oocytes.



شكل **14**. الأشكال المختلفة للجهاز التناسلي في الأنثى:

أ) غدتان تناسليتان متجهتان للأمام ومنعكستان للخلف.

ب) غدتان تناسليتان متضادتان في الاتجاه ومنعكستان.

ج) غدتان تناسليتان متضادتان في الاتجاه ومستقيمتان.

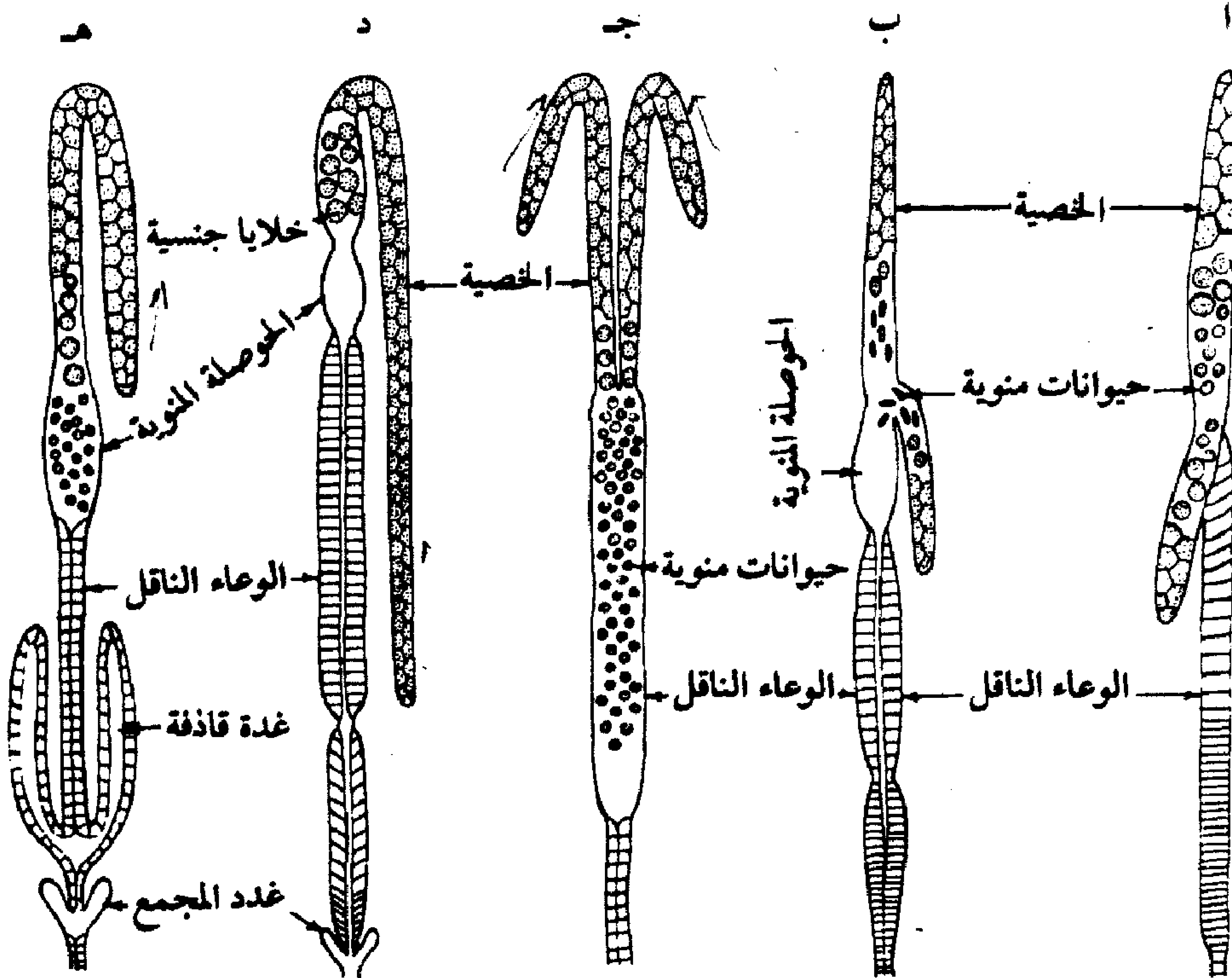
د) غدة تناسلية أمامية منعكسة.

هـ) غدة تناسلية أمامية مستقيمة.

(الحازمي، 1992 ؛ عن Hirschmann, 1960)

5- 2- 2. قناة المبيض Oviduct

وهي أنبوبة ضيقة تصل المبيض بالرحم، وتتميز بجدارها السميك الذي يتكون من خلايا طلائية عمودية. قد ينتفخ الجزء الملاصق للرحم من قناة المبيض في بعض الأنواع ليشكل القابلة (الحوصلة) المنوية Spermatheca التي تقوم باختزان أعداد كبيرة من الحيوانات المنوية، لتقوم هذه الحيوانات المنوية بإخصاب الخلايا البيضية أثناء مرورها بقناة المبيض في طريقها إلى الرحم. وإذا لم يحتو الجهاز التناسلي الأنثوي على القابلة المنوية، فإن الجزء المتاخم لقناة المبيض من الرحم يقوم بوظيفتها.



شكل 15. الأشكال المختلفة للجهاز التناسلي في الذكر:

(أ، ب) غدتان تناسليتان متضادتان في الاتجاه ومستقيمتان.

جـ) غدتان تناسليتان متجهتان إلى الأمام ومنعكستان.

د، هـ) غدة تناسلية أمامية منعكسة.

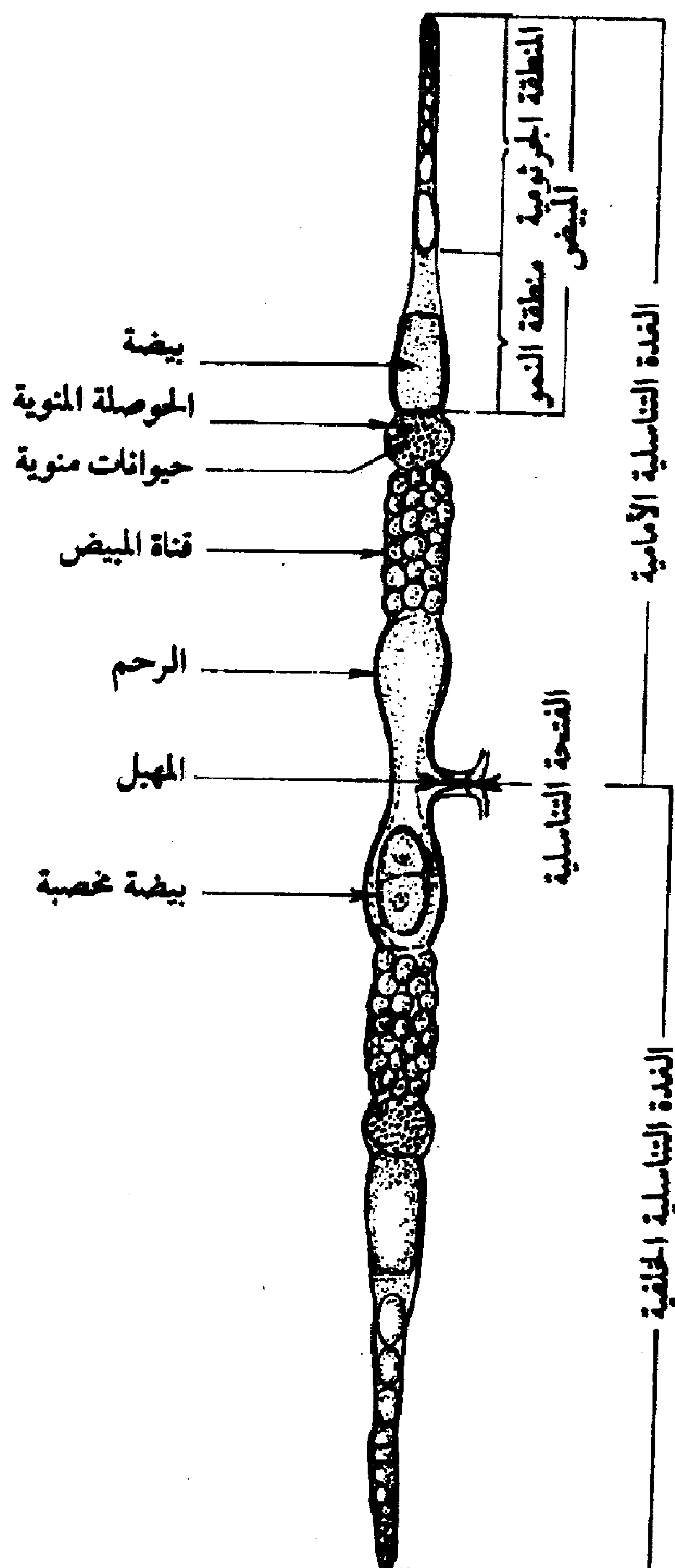
(الحازمي، 1992)

5- 2- 3. الرحم Uterus

الرحم هو عبارة عن أنبوبة عريضة مبطنة بنسيج طلائي منبسط أو مكعبي، وقد تحيط به طبقة من الألياف العضلية ضعيفة التكوين (كما في نيماتودا النبات). ويتم إخصاب البيض داخل الرحم إذا لم يتم إخصابه في قناة المبيض. كما يقوم الرحم بتغليف هذا البيض المخصّب بقشرة خارجية تعرف فيما بعد بغلاف البيضة.

5- 2- 4. المهبل Vagina

يفتح الرحم أو الرحمان (في حالة الجهاز التناسلي ثنائي المبيض) في أنبوبة واحدة تسمى المهبل. والمهبل عبارة عن أنبوبة قصيرة مبطنة من الداخل بالكيوتيكل، ومزودة بعضلات لدفع البيض إلى الخارج من خلال الفتحة التناسلية.



شكل 16. الجهاز التناسلي في الأنثى

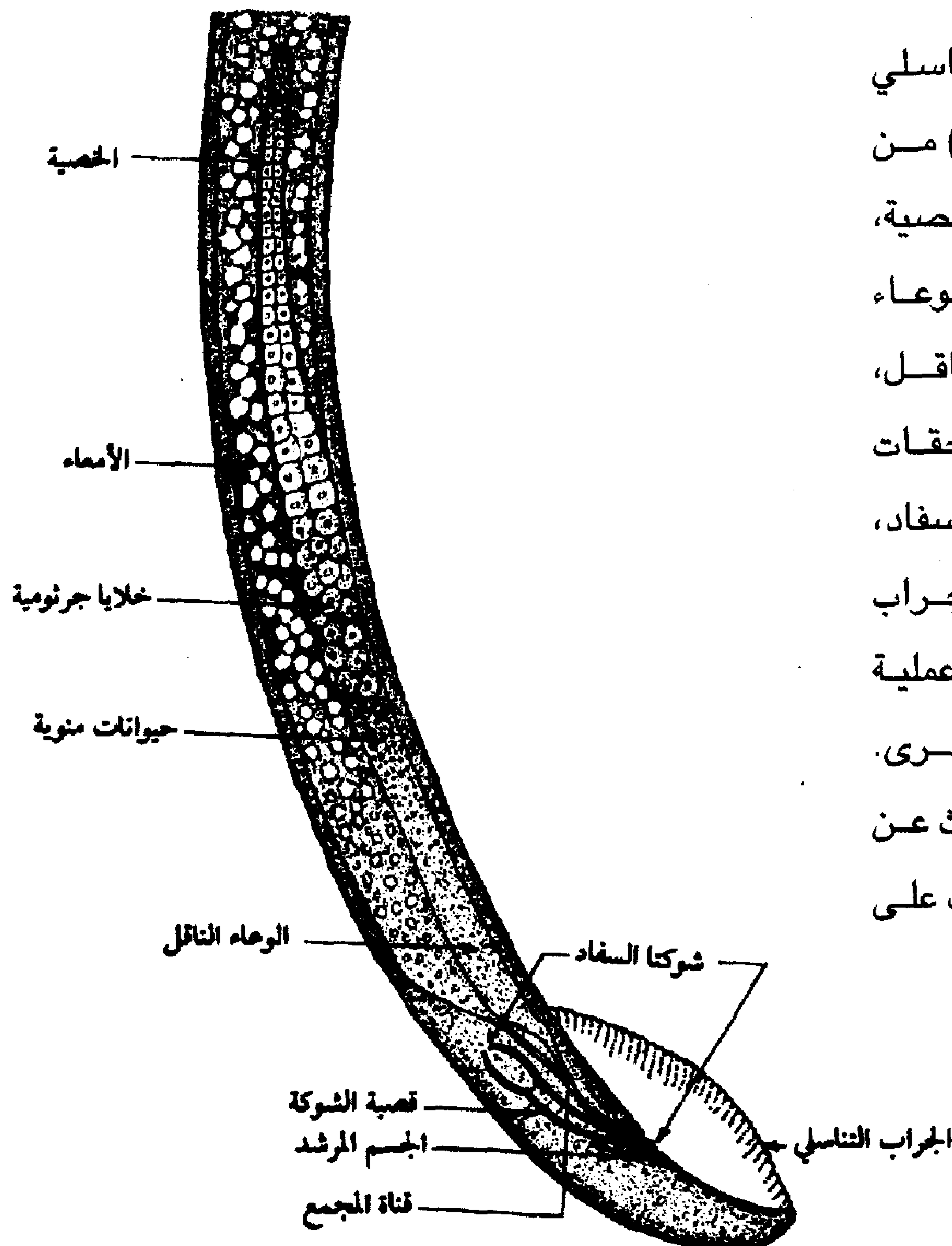
(الحازمي، 1992)

5- 2- 5. الفتحة التناسلية Vulva

وهي عبارة عن شق مستعرض على الجانب البطني للأنثى، يختلف موقعه باختلاف نوع النيماتودا. وعادة تكون الفتحة التناسلية مزودة بتركيب عضلي خاص يتحكم في فتحها عند وضع البيض خارج الجسم.

5- 3. الجهاز التناسلي في الذكر Male Reproductive System

يتركب الجهاز التناسلي في الذكر (شكل 17) من أجزاء رئيسية (الخصية، والحوصلة المنوية، والوعاء المخرج، والوعاء الناقل، والقناة القاذفة)، وملحقات أخرى (شوكتا السفاد، والجسم المرشد، والجراب التناسلي) تساعد في عملية السفاد بطريقة أو أخرى. ويمكن إيجاز الحديث عن تلك الأجزاء والملحقات على النحو الآتي:



شكل 17. الجهاز التناسلي في الذكر
(الحازمي، 1992)

5- 3- 1. الخصية Testis

الخصية هي تركيب أسطواني غدي وظيفته إنتاج الحيوانات المنوية. وتتكون الخصية عموماً من منطقتين هما: المنطقة الجرثومية Germinal zone التي تقع في طرف الخصية، وتتميز بأنها المنطقة النشطة التي تحدث فيها انقسامات الخلايا الجنسية، تليها إلى الداخل منطقة النمو Growth zone التي يتم فيها نضج الحيوانات المنوية Spermatozoa.

5- 3- 2. الحوصلة المنوية Seminal vesicle

وهي الجزء التالي للخصية في الجهاز التناسلي الذكري، إلا أنها أوسع منها لتقوم بتخزين الحيوانات المنوية لحين قذفها إلى الأنثى أثناء عملية السفاد.

5- 3- 3. الوعاء المخرج Vas efferent

هو عبارة عن أنبوب دقيق يقع بين منطقة النمو في الخصية والحوصلة المنوية، ومبطن داخلياً بطبقتين من الخلايا الطلائية المكعبية. ويوجد هذا الوعاء في بعض أنواع النيماتودا.

5- 3- 4. الوعاء الناقل Vas deferens

هو الجزء الرئيسي لقناة الغدة التناسلية، ويلي الحوصلة المنوية مباشرة. ويتكون الوعاء الناقل من منطقتين؛ إحداهما أنبوبية والأخرى غدية.

5- 3- 5. القناة القاذفة Ejaculatory duct

قد يكون الوعاء الناقل مزوداً بالكامل بطبقة من العضلات. أو قد تزود العضلات الجزء الخلفي منه فقط، وفي هذه الحالة يزود هذا الجزء الخلفي العضلي بقناة قاذفة تفتح في المجمع وتقوم بقذف الحيوانات المنوية إليه. وقد تزود القناة القاذفة أيضاً بغدد تفرز مواد لاصقة أثناء عملية السفاد.

5- 3- 6. ملحقات الجهاز التناسلي الذكري

5- 3- 6- 1. شوكتا السفاد Spicules

هما زوج من الأشواك يتكون من انثناءات كيوتيكلية متصلبة ذات لُب سيتوبلازمي، تنشأ من جدار المجمع Cloaca، ويختلف شكلهما وحجمهما فيما بين الأنواع المختلفة من النيماتودا (شكل 18). ويعتقد أن هاتين الشوكتين تقومان بالعمل على توسيع الفتحة التناسلية والمهبل في الأنثى أثناء عملية السفاد، ولكنهما لا تؤديا أي دور في عملية انتقال الحيوانات المنوية من الذكر إلى الأنثى.

5- 3- 6- 2. الجسم المرشد Gubernaculum

يصاحب الجسم المرشد شوكتي السفاد، ويكون في موضع أسفل منهما عادة، وهو عبارة عن تركيب متصلب في الجدار الظهري لجيب الشوكتين (شكل 17). ويقوم هذا الجسم بوظيفة هامة، ألا وهي توجيه حركة شوكتي السفاد إلى خارج الجسم من خلال فتحة المجمع، لكيلا تؤذيا في حركتهما جدار المجمع.

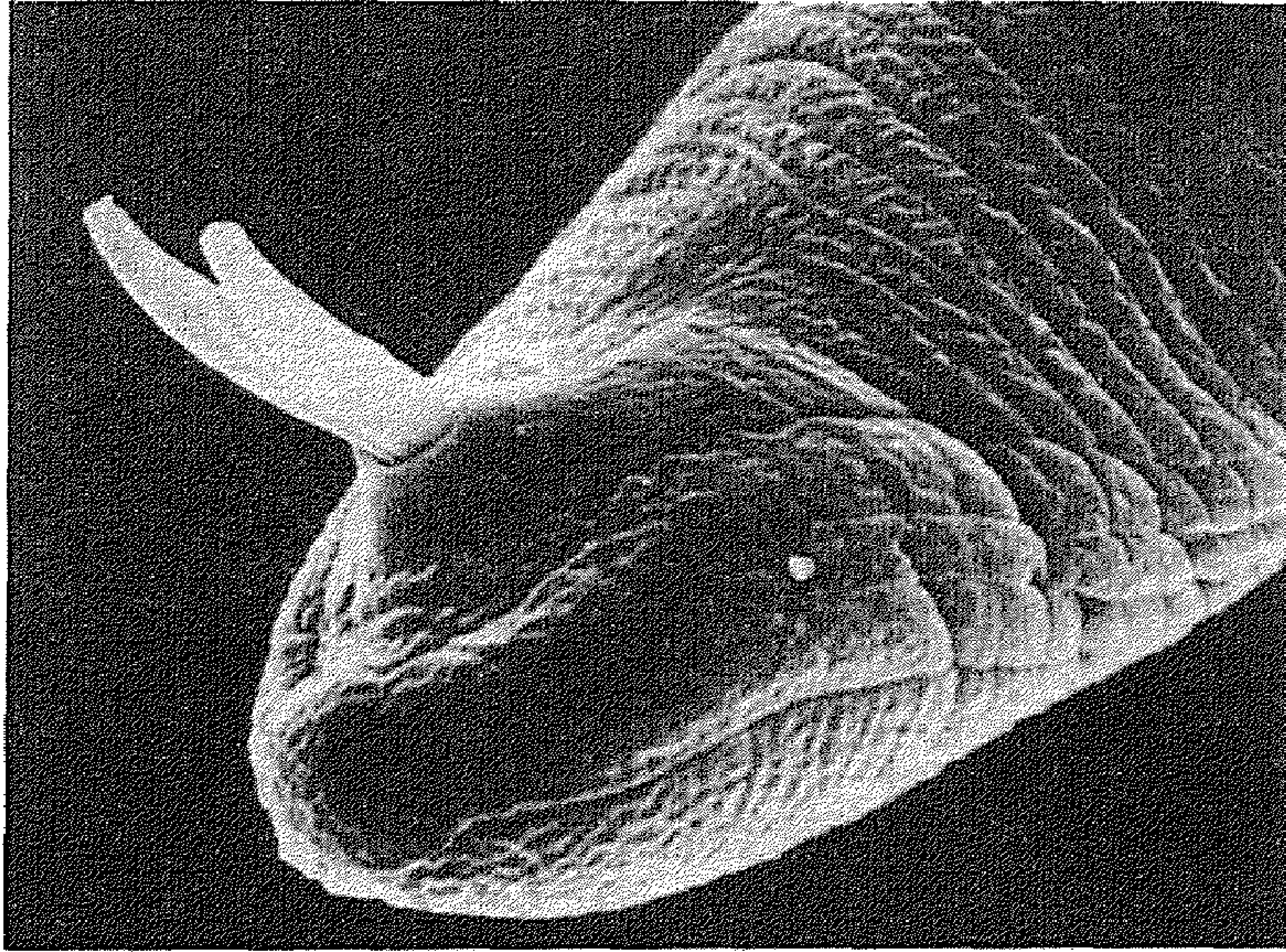
5- 3- 6- 3. الجراب التناسلي (غشاء السفاد) Bursa

وهو عبارة عن تحور في طبقة الكيوتيكل في منطقة الذيل (شكل 17) في بعض الأنواع من النيماتودا. ويقوم هذا الجراب بالإحاطة بجسم الأنثى أثناء عملية السفاد، ويعد وجوده وشكله وحجمه من الصفات التصنيفية الهامة في علم النيماتودا.

1- 5- 4. طرق التكاثر في النيماتودا Modes of Reproduction

يعكس التركيب الظاهري والتشريحي للقناة التناسلية في النيماتودا طريقة التكاثر المتبعة فيها. وبشكل عام، فإن الإخصاب الخلطي Amphimixis أو Cross fertilization هو الشائع في النيماتودا (Triantaphyllou, 1983 ،Evans, 1998). غير أن هناك أيضاً بعض طرق التكاثر الأخرى التي تظهر في بعض أنواع النيماتودا؛ كطريقة التكاثر البكري

Parthenogenesis حيث تضع الأنثى بيضاً مخصباً دون الحاجة إلى ذكور، والخنوثة Hermaphroditism أو الإخصاب الذاتي Self fertilization حيث يتم إنتاج الحيوانات المنوية والبويضات وحدوث الإخصاب داخل جسم الأنثى، والإخصاب الكاذب Pseudogamy حيث تنتقل الحيوانات المنوية من الذكر إلى الأنثى، ولكنها لا تلعب دوراً في تطور الجنين داخل البيضة ولا تشترك في التركيب الوراثي للأفراد الجديدة، وإنما يقتصر دورها فقط على تنشيط نمو البويضة بكرياً.



شكل **18**. صورة بالمجهر الألكتروني الماسح للسطوح (SEM) لشوكتي سفاد ذكر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.، وهما في حالة بروز من فتحة المجمع.

(الحازمي، 1992)

يحدث الإخصاب الخلطي عادة عندما تحتوي عشيرة النيماتودا على عدد متساو تقريباً من كل من الذكور والإناث. وفي بعض الأنواع من النيماتودا، يكون اللجوء إلى الإخصاب الخلطي هو الاختيار الثاني بعد التكاثر البكري أو الخنوثة.

وفي الإناث الخنثى، حيث يقوم المبيض بإنتاج كل من الحيوانات المنوية والبويضات Syngonic، يتم إنتاج الحيوانات المنوية أولاً، وتختزن في القابلة المنوية Spermatheca، ثم تنتج البويضات، وأثناء مرورها بالقابلة المنوية يتم إخصابها، وتستمر في رحلتها حتى يتم وضعها خارج الجسم. وفي بعض الأنواع من النيماتودا الخنثى، قد يعود المبيض – بعد إنتاج البويضات – إلى إنتاج الحيوانات المنوية مرة أخرى إذا احتاج الأمر لذلك.

5- 5. بيض النيماتودا Nematode eggs

بيض النيماتودا صغير مجهري الحجم، وهو مغلف من الخارج بطبقتين؛ الأولى من الخارج عبارة عن طبقة شيتينية تعرف باسم القشرة Shell، والأخرى إلى الداخل غشائية دهنية Vitalline membrane. يوضع البيض فردياً في التربة كما هو الحال في النيماتودا الخنجرية *Xiphinema* spp. على سبيل المثال، أو فردياً داخل أنسجة النبات كما هو الحال في نيماتودا التقرح *Pratylenchus* spp. وقد يوضع البيض في كتل جيلاتينية خارج نسيج العائل كما هو الحال في النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis*، أو داخل نسيج العائل كما هو الحال في نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.وقد تحتفظ الأنثى بالبيض وتحميه داخل جسمها الذي يتحول بعد موتها إلى حوصلة صلبة لعدة سنوات، وفي كل عام، يفقس جزء من البيض داخل الحوصلة وتخرج اليرقات من فتحة معينة فيها فتبدو تلك الحوصلات كما لو كانت ولودة، وهي ليست في الحقيقة كذلك، ويتم ذلك في نيماتودا الحوصلات ومنها الجنس *Heterodera* spp. على سبيل المثال. وقد تضع الأنثى بيضها داخل مبايض الأزهار كما في حالة نيماتودا تثألل حبوب القمح *Anguina tritici* التي تضع بيضها داخل مبايض أزهار القمح، ليفقس البيض بعد ذلك إلى الطور اليرقي الثاني الذي يسكن داخل أغلفة المبيض، ومن ثم داخل حبوب القمح لحين زراعتها في العام التالي، فتتسلق اليرقات البادرة وتبقى معها إلى أن تتكون الأزهار فتخترقها مرة أخرى وتعيد دورة الحياة.

6. الجهاز الإفرازي - الإخراجي Secretory-Excretory System

الجهاز الإفرازي - الإخراجي في النيماتودا بسيط التركيب، وقد يكون مختزلاً في بعض الأنواع، أو غائباً بالكلية في أنواع أخرى، لكن الفتحة الإخراجية Excretory pore تظل موجودة دائماً في موقعها على الجانب البطني للنيماتودا، حتى في حالة غياب الجهاز الإخراجي. والجدل حول وظيفة هذا الجهاز على وجه التحديد ما زال قائماً. فالبعض يعتقد أنه ربما يؤدي وظيفة تشبه وظيفة الجهاز الدوري (Chitwood and Chitwood, 1950)، ولكن البعض الآخر يرى أن هناك - بلا أدنى شك - وظائف إضافية أخرى لهذا الجهاز، ومنها أنه يقوم بوظيفة إفرازية أو إخراجية، بالإضافة إلى قيامه بمهمة تنظيم الضغط الأسموزي داخل جسم النيماتودا (Wright, 1998 ، Bird and Bird, 1998). وبصفة عامة، يوجد نوعان من الجهاز الإفرازي- الإخراجي في النيماتودا (شكل 19) هما: الجهاز الإخراجي أنبوبي التركيب Tubular، والجهاز الإخراجي غدي التركيب Glandular.

6- 1. الجهاز الإخراجي أنبوبي التركيب

يتميز الشكل الرئيسي للجهاز الإخراجي من هذا النوع باحتوائه على قناتين طوليتين Longitudinal canals، تمتدان على جانبي النيماتودا داخل الحبال الجانبية الموجودة في منطقة الهايبودرمس، ويربط بينهما بالقرب من طرفيهما الأماميين عند الجهة الأمامية للجسم قناة عرضية Excretory sinus هي أقرب للناحية البطنية للنيماتودا منها للناحية الظهرية. ومن هذه القناة العرضية تخرج قناة طرفية مبطنة بالكيوتيكل لتفتح في الفتحة الإخراجية (الإفرازية) التي تقع على الجانب البطني من الجسم مقابلة للحلقة العصبية المركزية أو قريبة منها (عدا في الإناث الكاملة لنيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans*، حيث تقع الفتحة الإفرازية في مؤخرة الجسم). وفي بعض الأحيان تتصل بالقناة العرضية في بعض الأنواع غدتان إخراجيتان ظاهرتان (شكل 19: هـ)، أو أثريتان. ومن هذا الشكل الذي يشبه شكل الحرف اللاتيني H (شكل 19: ج، هـ)، توجد تحورات عدة، فقد يختزل أو يختفي الجزء الأمامي القصير من القناتين الجانبيتين، فيأخذ الجهاز

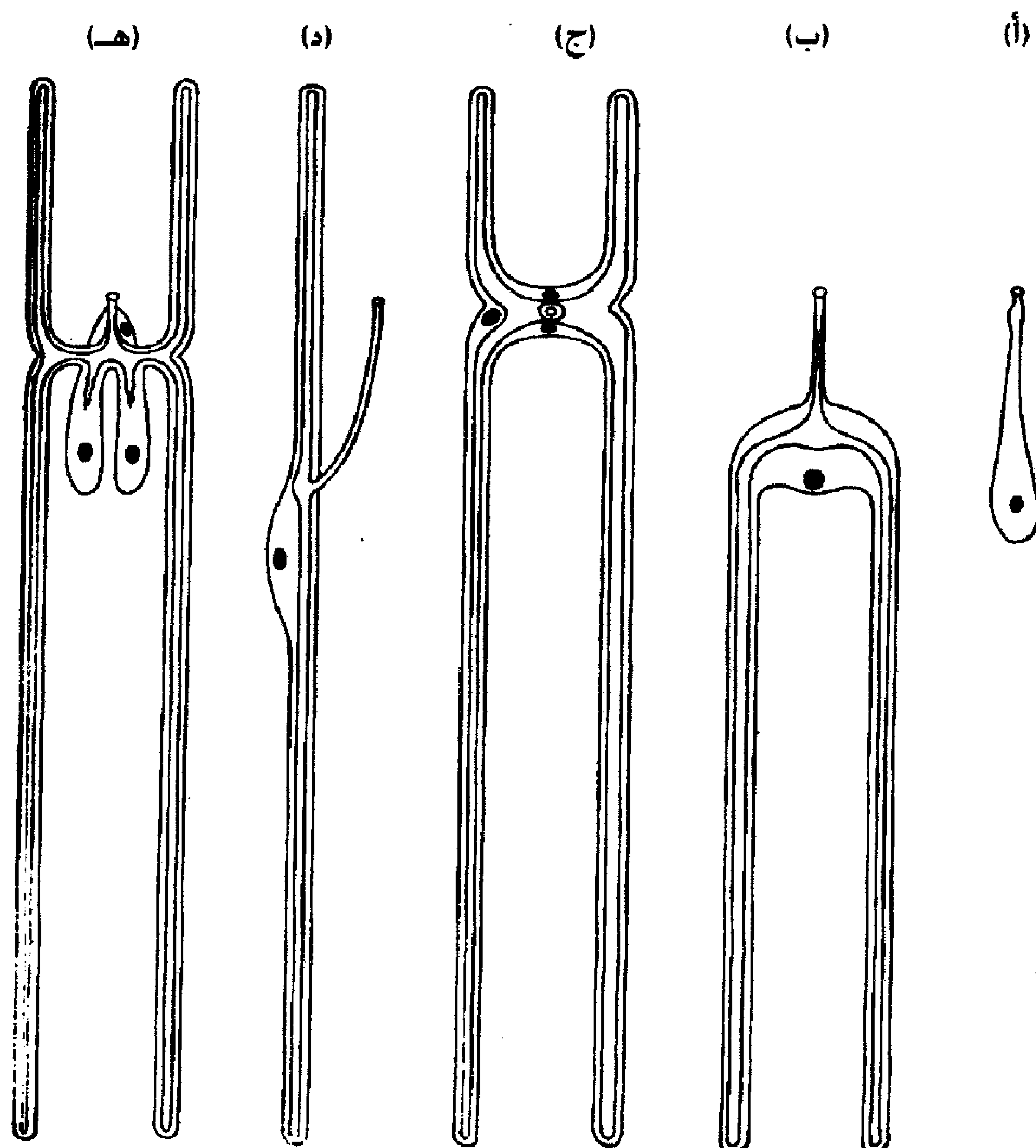
شكل الحرف U المقلوب (شكل 19: ب)، أو يختزل الجهاز في قناة إخراجية واحدة تمتلك قناة طرفية متطورة (شكل 19: د).

6- 2. الجهاز الإخراجي غدي التركيب

يتكون هذا الجهاز من غدة إخراجية وحيدة الخلية Excretory gland أو Renette cell (شكل 19: أ)، تقع في تجويف الجسم بالقرب من منطقة المريء، وتمتد منها قناة إخراجية غير مبطنة بالكيوتيكل تنتفخ عند طرفها قبل أن تفتح في الفتحة الإخراجية.

7. الجهاز العصبي Nervous system

الجهاز العصبي في النيماتودا (شكل 20) أيضاً بسيط لا يعدو كونه عبارة عن حلقة عصبية مركزية Nerve ring تتكون من مجموعة من الألياف العصبية تحيط بمنطقة البرزخ Isthmus في المريء، وعدد من الحبال العصبية الطولية Longitudinal nerves التي تخرج من عقد عصبية Ganglia توجد في الحلقة العصبية المركزية، وتمتد هذه الحبال إلى جميع مناطق الجسم. ويوجد أيضاً بالإضافة إلى ذلك، عدد من أعضاء الحس التي تنتشر في أنحاء الجسم المختلفة، وخاصة في منطقتي الرأس ومؤخرة الجسم، ويمكن تقسيمها إلى أعضاء حس رأسية، وأعضاء حس ذيلية، وأعضاء حس ناتجة عن تحورات في طبقة الكيوتيكل، وأعضاء أخرى كالديريد Deirid والأوسيلي Ocelli.

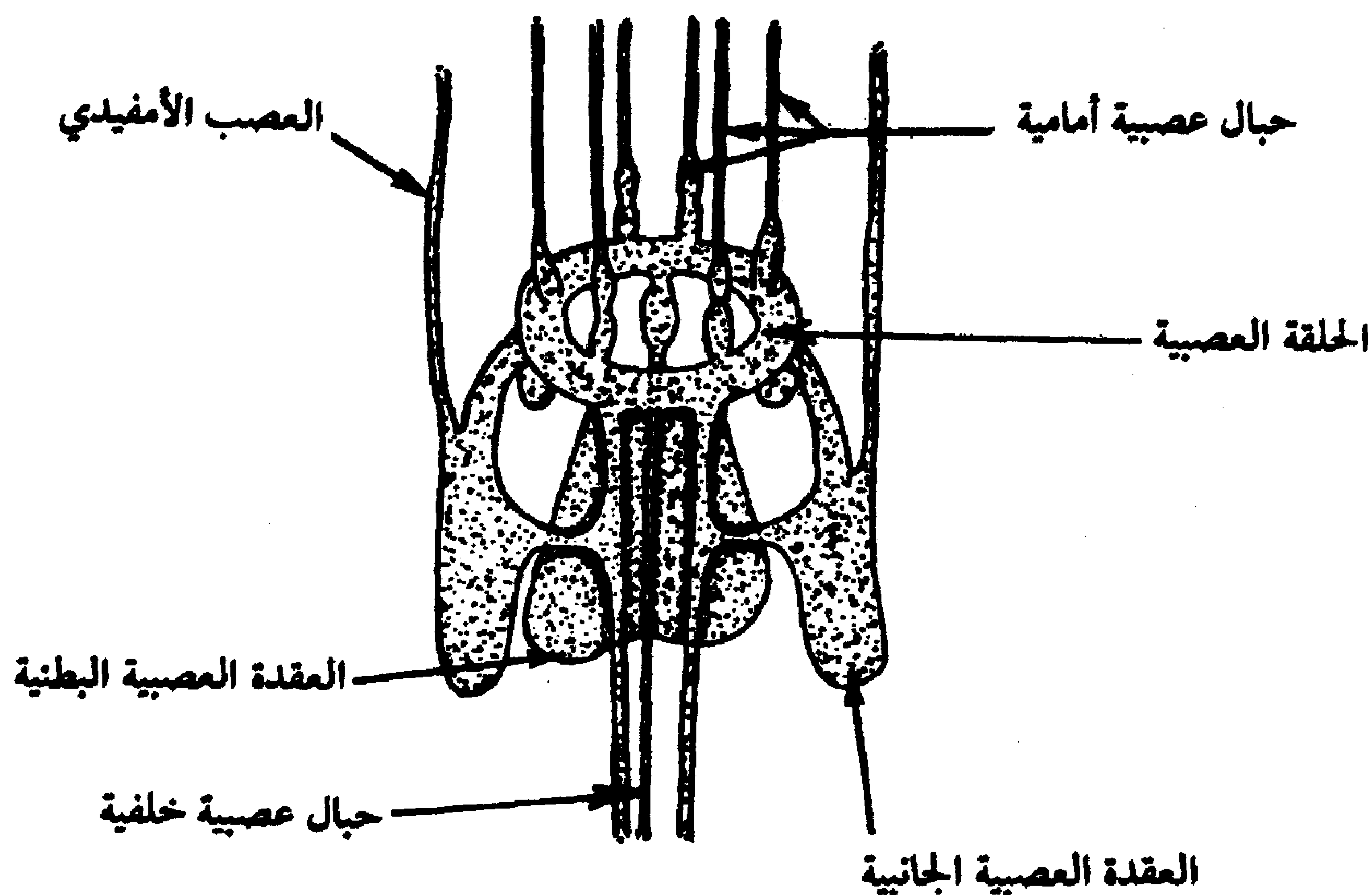


شكل **19**. الجهاز الإفرازي- الإخراجي في النيماتودا:

أ) الجهاز الإخراجي غدي التركيب.

ب - هـ) الجهاز الإخراجي أنبوبي التركيب (بأشكاله المختلفة).

(عن Hirschmann, 1960)



شكل **20**. رسم تخطيطي للحلقة العصبية والحبال العصبية الطولية في نيماتودا الجنس *Rhabditis*.

(الحازمي، 1992)

7- 1. أعضاء الحس الرأسية Cephalic sense organs

7- 1- 1. الأمفيد Amphid

يوجد زوج من أعضاء الحس الرأسية يقعان على جانبي الرأس يسمى كل منهما بالأمفيد Amphid. ويتكون العضو الأمفيدي من فتحة أمفيدية Amphidial openeing تقع على جانب الرأس. وتؤدي الفتحة الأمفيدية إلى الجيب الأمفيدي Amphidial pouch عبر القناة الأمفيدية Amphidial duct، ويوجد بداخل الجيب الأمفيدي نهايات الحبال العصبية المتصلة بالحلقة العصبية المركزية. ويبدو أن الأعضاء الأمفيدية تعمل كمستقبلات كيميائية Chemical receptors تتعرف على جذور النبات العائل وتساعد في توجيه النيماتودا إليه.

7- 1- 2. الحلمات والأشواك الحسية Papillae and setae

تتكون هذه الأعضاء من 16 عضواً حسياً مرتبة في ثلاث دوائر حول فتحة الفم على النحو الآتي: ست حلمات شفوية Labial papillae خارجية، وست حلمات شفوية داخلية، وأربع أشواك رأسية Cephalic setae مرتبة في الدائرة الخارجية الثالثة في منطقة الرأس حول الشفاه. وتعد كل هذه الأعضاء أعضاء حس لمسية.

7- 2. أعضاء الحس الذيلية Caudal sense organs

7- 2- 1. الفازميد Phasmid

يوجد زوج من أعضاء الحس الذيلية على جانبي الذيل يسمى كل منهما بالفازميد Phasmid، وذلك في بعض الرتب من الصف Chromadorea فقط. وللفازميد فتحة صغيرة، أو كبيرة، أو متحورة في شكل صفيحي Scutella. ويشبه العضو الفازميدي العضو الأمفيدي إلى حد كبير في تركيبه الداخلي ووظيفته.

7- 2- 2. الأعضاء الحسية الجنسية Genital sense organs

هي مجموعة من الحلمات الحسية الموجودة في الجراب التناسلي للذكر، أو في منطقة الكيوتيكل على الجانب البطني للذكر بالقرب من شوكتي السفاد، وربما كانت لهذه الحلمات علاقة بمساعدة الذكر عند عملية السفاد.

7- 3. أعضاء الحس الناتجة عن تحورات في طبقة الكيوتيكل

Cuticular sense organs

وهي مجموعة من الأعضاء المنتشرة على طول الجسم تحت طبقة الكيوتيكل، ويعتقد أن لها علاقة بالجهاز العصبي، وتشمل: السيفاليد Cephalid في منطقة الرأس، والكوداليد Caudalid أمام فتحة الشرج، والهيميزونيد Hemizonid في الجهة البطنية بمقدمة الجسم، والهيميزونيون Hemizonion الذي يقع خلف الهيميزونيد بقليل.

7- 4. أعضاء حسية أخرى

7- 4- 1. ديريد Deirid

هو زوج من الأعضاء الحسية يوجد على جانبي الجسم وسط خطوط الحقلين الجانبين.

7- 4- 2. أوسيلي Ocelli

توجد هذه الأعضاء في النيماتودا حرة المعيشة، وهي أعضاء حس تشبه العين، وتقع مغمورة في عضلات المريء.

8. المراجـــع References

إبراهيم، إبراهيم خيري عتريس. 2007. آفات النيماتودا الزراعية: نيماتودا النبات. منشأة المعارف. الاسكندرية، جمهورية مصر العربية. 365 صفحة.

إبراهيم، أحمد عبد السميع، أحمد بن سعد الحازمي و فهد بن عبد الله اليحيى. 1999. المرشد العملي في تشخيص أمراض النبات النيماتودية. نشرة إرشادية رقم 82. مركز الإرشاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، مطابع جامعة الملك سعود. الرياض، المملكة العربية السعودية. 76 صفحة.

الحازمي، أحمد سعد. 1992. مقدمة في نيماتولوجيا النبات. مطابع جامعة الملك سعود. الرياض، المملكة العربية السعودية. 326 صفحة.

حسين، علي حسن. 2001. أمراض النبات النيماتودية. مطابع الأهرام التجارية. قليوب، جمهورية مصر العربية. 751 صفحة.

دوابة، أحمد عبد السميع و فهد عبد الله اليحيى. 2008. مكافحة نيماتودا النبات (مترجم). إدارة النشر العلمي والمطابع. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية. 875 صفحة.

Baldwin, J. G. and H. Hirschmann. 1975. Body wall fine structure of the anterior region of *Meloidogyne incognita* and *Heterodera glycines* males. J. Nematol., 7: 175-193.

Baldwin, J. G., R. M. Giblin-Davis, C. D. Eddleman, D. S. Williams, J. T. Vida and W. K. Thomas. 1997. The buccal capsule of *Aduncospiculum halicti* (Nemata: Diplogasterina): an ultrastructural and molecular phylogenetic study. Canadian J. Zool., 75: 407-423.

Baldwin, J. G. and R. N. Perry. 2004. Nematode morphology, sensory structure and function. Pp. 175-257. In: Z.X. Chen, S.Y. Chen and D.W. Dickson (Eds). Nematology: Vol. I. Nematode Morphology, Physiology and Ecology. CABI Publishing. Tsinghua University Press. Beijing, PR China.

Bird, A. F. 1971. The Structure of Nematodes. Acad. Press. New York. 318 pp.

Bird, A. F. and J. Bird. 1998. Introduction to functional organization. Pp. 1-24. In: R. N. Perry and D. J. Wright (Eds). The Physiology and Biochemistry of Free-Living and Plant-Parasitic Nematodes. CABI Publishing. Wllingford, UK.

Chitwood, B. G. and M. B. Chitwood. 1950. Introduction to Nematology. University Park Press. Baltimore, MD.

Coomans, A. 1963. Stoma structure in members of the Dorylaimina. Nemtologica, 9: 587-601.

Coomans, A. and A. De Grisse. 1981. Sensory Structure. Pp. 127-174. In: B.M. Zuckermann and R.A. Rhode (Eds). Plant Parasitic Nematodes. Vol. III. Acad. Press. New York.

Evans, A. A. F. 1998. Reproductive mechanisms. Pp. 133-154. In: R.N. Perry and D.J. Wright (Eds). The Physiology and Biochemistry of Free-Living and Plant-Parasitic Nematodes. CABI Publishing. Wllingford, UK.

Hirschmann, H. 1960. Reproduction of nematodes. Pp. 140-167. In: Nematology: Fundamentals and Recent Advances, with Emphasis on Plant Parasitic and Soil Forms. Sasser, J.N. and W.R. Jenkins (Eds). The University of North Carolina Press. Chapel Hill. Pp. 480.

Hirschmann, H. 1971. Comparative Morphology and Anatomy. Pp. 11-63. In: B.M. Zuckermann and R.A. Rhode (Eds). Plant Parasitic Nematodes., Vol. I. Acad. Press. New York.

Triantaphyllou, A. C. 1983. Cytogenetic aspects of nematode evolution. Pp. 55-71. In: A.R. Stone, H.M. Platt and L.F. Khalil (Eds). Concepts in Nematode Systematics. Acad. Press. London.

Wright, D. J. 1998. Respiratory, physiology, nitrogen excretion and osmotic and ionic regulation. Pp. 103-131. In: R.N. Perry and D.J. Wright (Eds). The Physiology and Biochemistry of Free-Living and Plant-Parasitic Nematodes. CABI Publishing. Wllingford, UK.

الفصل الثاني

الوظائف الإحيائية للنيماتودا
The Biology of Nematodes

وليد إبراهيم أبو غريبة [1] ، أحمد جمال الشريف [2] و الزروق أحمد الدنقلي [3]

(1) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
(2) كلية الزراعة، جامعة المنصورة، المنصورة، مصر.
(3) كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا.

المحتويات

2- 1. مقدمة
2- 2. إحيائية النيماتودا — Biology
2- 2- 1. دورة حياة النيماتودا — Life cycle
2- 2- 2. أنماط تكاثر النيماتودا — Types of reproduction
2- 2- 3. التطور الجنيني — Embryogenesis
2- 2- 4. وضع البيض — Egg laying
2- 2- 5. فقس البيوض — Egg hatching
2- 2- 6. الانسلاخ — Molting
2- 2- 7. بقاء النيماتودا — Survival
2- 3. تأثير عوامل البيئة على إحيائية النيماتودا
2- 3- 1. النبات العائل — Host plant
2- 3- 2. الحرارة — Temperature
2- 3- 3. الرطوبة — Moisture
2- 3- 4. قوام التربة — Soil texture
2- 3- 5. عوامل أخرى
2- 4. المراجع — References

2- 1. مقدمة

بشكل عام، تعد دورة حياة النيماتودا المتطفلة على النباتات مباشرة و غير معقدة، تبدأ بطور البيضة، ثم تمر عبر أربعة أطوار يرقية Juveniles غير ناضجة، تتخللها أربعة انسلاخات قبل الوصول إلى طور النيماتودا الناضجة. وفي الواقع لا يختلف شكل الأطوار اليرقية عن النيماتودا كاملة النضج سوى في الحجم العام ومدى تطور الجهاز التناسلي في الذكر أو الأنثى. في حين تحتفظ النيماتودا في كلا الجنسين بالشكل الدودي المعروف، كما في أغلب أنواع النيماتودا خارجية التطفل وداخلية التطفل، إلا أن بعض الأنواع الهامة اقتصادياً تتميز أطوارها اليرقية و / أو الناضجة بانتفاخ أو تضخم يفقدها شكلها الدودي وقدرتها على الحركة، ومن الأمثلة على ذلك النيماتودا داخلية Endoparasites أو شبه داخلية التطفل Semi-endoparasites الساكنة Sedentary .

وفيما نجد بأن هناك عدداً من أنماط التكاثر للأنواع المختلفة من النيماتودا فإن دورة الحياة بمجملها تتضمن مجموعة من النشاطات الحيوية تحدث خلالها، مثل التطور الجنيني Embryonic development ، وضع البيض Egg laying ، الفقس Hatching ، الانسلاخ Molting ، الإصابة Infection ، التغذية Feeding ، التزاوج Mating (copulation) ، وبعض النشاطات الأخرى. هذا وسوف يتم شرح النشاطات البيولوجية المذكورة باقتضاب في هذا الفصل، فيما سيبحث موضوع الإصابة والتغذية وتأثيراتها على النباتات ضمن محتويات الفصل الثالث القادم. وعلى العموم، فقد تم اعتماد المعلومات الأساسية حول موضوع هذا الفصل من عدد من الكتب والمطبوعات، منها(Thorne, 1961؛ Wallace, 1963؛ Jenkins and Taylor, 1967؛ الشافعي والشريف، 1979؛ Dropkin, 1988؛ Nickle, 1991؛ الحازمي، 1992؛ ابو غربية، 1994؛ الزينب، 1995؛ إبراهيم، 1999).

2- 2. إحيائية النيماتودا Biology

2- 2- 1. دورة حياة النيماتودا Life cycle

تستغرق دورة حياة النيماتودا فترات متباينة ، تختلف باختلاف أنواع النيماتودا وطبيعة حياتها، فمنها ما يستطيع أن يكمل دورة الحياة في أقل من تسعة أيام كما هو الحال في بعض أنواع *Aphelenchoides* ، ومنها ما يحتاج لأكثر من سنة كما في بعض أنواع *Xiphinema*، وذلك وفقاً لما تقرره عناصر إحيائية النيماتودا والعوائل وعوامل البيئة وطبيعة محلول التربة ومكوناته أو البيئة السائدة. وأما غالبية النيماتودا المتطفلة على النباتات فيمكنها إكمال دورة حياتها تحت الظروف المناسبة خلال 3- 8 أسابيع. فمثلاً تبلغ مدة جيل واحد من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* 25 يوماً عند 27°م ، ولكنها قد تطول إلى 87 يوماً عند 16 درجة مئوية. وقد تقصر مدة جيل واحد من أحد أنواع نيماتودا تعقد الجذور إلى 22 يوماً على البندورة. بينما تكون 28 يوماً على الذرة. كذلك فقد وجد بأن مدة الجيل للنيماتودا *Meloidogyne incognita* استغرقت 24 يوماً لدى التغذية المثالية بالبوتاسيوم و 40 يوماً عند نقصه.

هذا وقد تمت دراسة مدة دورة حياة النيماتودا في عدد من البلدان العربية. ففي السودان (Saadabi, 1985) وجد أن *Pratylenchus sudanensis* استغرقت 31 يوماً لاستكمال دورة حياتها على القطن تحت ظروف كل من البيت الزجاجي والمختبر على 25- 30°م في محطة أبحاث الجزيرة. و في السعودية (اليحيى وآخرون، 1986) استغرقت دورة حياة نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans* أربعة أسابيع على جذور ليمون البنزهير عند استخدام مياه ري المجاري المعاملة وخمسة أسابيع باستخدام مياه الصنبور.

وفي العراق أكملت *Meloidogyne javanica* دورة حياتها في جذور بعض الأصناف الحساسة بعد 28 يوماً من العدوى، بينما لم تتمكن اليرقات من الوصول إلى مرحلة الإناث البالغة في جذور صنف مقاوم، كما تم العثور على الذكور بعد 22، 27 يوماً من التلويث(العدوى) في الصنف الحسّاس والمقاوم، على التوالي (عمي و آخرون، 1989).

أما في وادي الأردن (Saleh, 1979) . فقد أظهرت دراسة حقلية بأن دورة حياة *M. javanica* استغرقت حداً أدنى مدته ثلاثة أسابيع في شهر أكتوبر (25- 30°م)، بينما استغرقت حوالي ثمانية أسابيع في يناير و فبراير (15- 18°م). وعليه فقد وجد بأن للنيماتودا أربعة أجيال على البندورة المبكرة في الأغوار الأردنية.

أما دراسة الباحثة Sellami (غير منشورة)، فقد أجريت في أحد البيوت المحمية في منطقة الحرّاش في الجزائر، حيث أمكن للنيماتودا إكمال ثلاثة أجيال على البندورة خلال 64، 54 و 30 يوماً ، احتاجت إلى 378، 443، 403 - درجة/ يوم Degree/ day، على التوالي، خلال موسم نمو دام خمسة شهور ؛ بينما تمكنت النيماتودا من تحقيق أربعة أجيال في Ouargla في الجنوب دامت 36، 46، 32 و 28 يوماً، على التوالي.

2- 2- 2. أنماط تكاثر النيماتودا Types of reproduction

في الأصل، يعتمد التكاثر في النيماتودا على وجود ذكور وإناث منفصلة Dioecious إلا أن هناك عدداً من التحورات و الأنماط التي تميز بعض أنواع النيماتودا التي يقل أو ينعدم فيها تواجد الأطوار الذكرية، أو أنها تكون غير ذات أهمية في إخصاب البيوض، وتتضمن أنماط تكاثر البيوض ما يلي:

(1) التكاثر الخلطي Amphimixes، وهو ثنائي الجنس، حيث تكون الذكور مهمة في عملية التلقيح وإخصاب البيض. وفي الأصل تكون نسبة الإناث إلى الذكور 1:1 ولكن غالباً ما تكون نسبة الإناث أعلى من الذكور وفقاً لنوع النيماتودا وطريقة التكاثر. ولكن قد تزداد نسبة الذكور عن الحالة الطبيعية للنوع عند تعرضه لظروف غذائية أو تنافسية صعبة أو غير مواتية. في مثل هذه الحالات قد يحدث انعكاس أو انقلاب جنسي Sex reversal ، حيث يتحول الجهاز التناسلي في الأنثى إلى انتاج حيوانات منوية بدلاً من البيض، والهدف من ذلك تخفيض أعداد العشيرة إلى مستوى يتناسب مع كمية الغذاء المتوفرة. ويعد هذا الإجراء وسيلة من وسائل البقاء الى أن تزول الأسباب الموجبة لذلك.

(2) التكـاثر البكـري: Parthenogenesis ، وفي هـذه الحالـة يكـون التكـاثر دون حاجـة لتواجـد الـذكور، أي دون حاجـة البيض للإخـصاب، مثـل هـذه الحالـة توجـد في بعـض أنواع *Meloidogyne* و *Heterodera*.

(3) التكاثر الخنثوي Hermaphroditism ، ويحـدث عن طريق التلقيح الذاتي، وفي هـذه الحالة يتم انتاج الحيوانات المنوية أولاً و تخزينها في مقدمة رحم الأنثى . بعد ذلك يتم انتاج البيوض وتلقيحها.

لم تتوفر في البلدان العربية أية معلومـات أو دراسـات تستهدف موضـوع أنمـاط تكـاثر النيمـاتودا. إلا أن هنـاك بعض المعلومـات عن تـأثير بعـض المـواد أو المعـاملات الزراعيـة علـى زيـادة أعـداد الـذكور في عشـائر النيمـاتودا تحت الدراسـة. مثـال ذلـك ارتفـاع أعـداد الـذكور نتيجة لتطويش نباتـات البطـاطس المصابة بالنيمـاتودا *Meloidogyne incognita* في مصـر (الـشريف و مـصطفى، 1982) أو إضـافة الكبريـت في التربـة الموبـوءة ب *Tylenchorhynchus clarus* (Korayem,1989) أو إضـافة MH الى التربـة الموبـوءة ب *Rotylenchulus reniformis* (Korayem and Sonbaty, 1988) في مصـر أيضـاً.

2- 2- 3. التطور الجنيني Embryogenesis

يبدأ التطـور الجنيني ببيضـة وحيـدة الخليـة والـتي تـشرع بسلسلة مـن الانقسامات غير المباشرة Mitosis إلى خليتين ومن ثـم إلى 4، 8، 16، 32 خلية حيث يتشكل منها طـور جنيني مسطح يسمى بلاسـتولة Blastula، وبعـد ذلك يتكـون الطـور الجنيني المجـوّف الـذي يـدعى جاسـتروله Gastrula الـذي مـا يلبـث أن تـدب فيـه الحركـة Motion ويتطـور إلى أن يشكل الطور اليرقي الأول (J1). وفيما تفقس البيـوض في نيمـاتودا الـصف Adenophorea عـن يرقـات الطـور الأول، فـإن يرقـات هـذا الطـور في نيمـاتودا الـصف Secernentea تنـسلخ داخل البيضـة معطيـة الطـور الثـاني الـذي يجد طريقه للفقس والخـروج من أغلفة البيضـة.

وتتوفر لدينا في الوقت الراهن أية معلومات أو دراسـات محـددة حـول هـذا الموضـوع من البلدان العربية.

2- 2- 4. وضع البيض Egg laying

تتكاثر النيماتودا بانتاج البيض الذي تضعه الأنثى . إذ قد يفقس خارج الجسم فتدعى Oviparous أو يفقس البيض داخل رحم الأنثى لتلد صغارها وتدعى Ovoviviparous . تتبع أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات النوع الأول ولكنها تضع بيضها على درجات متفاوتة من التطور الجنيني بين البيضة وحيدة الخلية إلى الطور اليرقي الثاني، وكما تتفاوت أعداد البيض التي تستطيع الأنثى وضعها خلال فترة حياتها تبعاً لنوع النيماتودا وطبيعة تغذيتها، فقد تضع الأنثى 1- 2 بيضة يومياً في حين تستطيع أخرى وضع عشرات الآلاف من البيوض خلال 60- 70 يوماً، وهي فترة وضع البيض لأنثى النيماتودا المتطفلة على النباتات. وتضع نيماتودا النبات بيوضها في مواقع وأماكن تختلف باختلاف أنواعها وطبيعة تغذيتها، وطبيعة استجابة النبات العائل. كما تعكس طريقة وضع البيض درجة تطور نوع النيماتودا و طبيعة تخصصها على العائل النباتي. فقد يوضع البيض فردياً في التربة في المنطقة المحيطة بالجذور Rhizosphere . وفي هذه الحالة لا تتمتع البيوض بأية حماية من عوامل البيئة المحيطة. تتبع لهذه المجموعة النيماتودا خارجية التطفل مثل *Tylenchorhynchus, Xiphinema* و في حالات أخرى يوضع البيض فردياً ولكن داخل النسيج النباتي، كما في حالات النيماتودا داخلية التطفل المتجولة مثل *Radopholus, Pratylenchus*. وفي هذه الحالة يجد البيض الحماية الكافية، بالإضافة إلى أن صغار النيماتودا تجد أنسجة نباتية تتغذى عليها دون محاولة البحث عنها. وفي حالات أخرى أكثر تقدماً و تطوراً تضع أنثى النيماتودا بيوضها داخل كيس جيلاتيني تفرزه الأنثى نفسها، مما يحيل الكيس إلى حافظة تحتشد فيها أعداد كبيرة من البيوض تقيها عوامل البيئة السلبية المختلفة. من أهم الأمثلة على ذلك *Meloidogyne* ، وفي حالات أخرى أكثر تطوراً، يتم الاحتفاظ بالبيض داخل الأنثى المتضخمة حتى نهاية حياتها، وعندها يتأكسد كيوتكل الأنثى ويتحول إلى حوصلة جلدية قاسية ويزداد لونها قتامة مع النضوج، كما هو الحال في مجموعة نيماتودا الحوصلات مثل *Heterodera*. وفي حالاتٍ أخرى أكثر تقدماً، تضع الإناث بيوضها داخل مبايض الأزهار، و هذه تتحول إلى كيس قاسٍ تغلفه خلايا من نسيج كولنشيمي / كولينكايمي Collenchyma، و تشكل عقداً بذرية تسمى " ثآليل"، وفي حالة

Anguina tritici مثلاً تفقس البيوض إلى الطور اليرقي الثاني الذي يدخل في طور سكون داخل ثآليل القمح أو الشعير وقد تطول حالة السكون لعشرات السنين تحت ظروف الجفاف.

أما في البلدان العربية، فلا تتوفر أية دراسات أو أبحاث محددة تستهدف موضوع وضع البيض سوى ما قد يتعلق بدورات حياة بعض أنواع النيماتودا.

2- 2- 5. فقس البيض Egg hatching

تفقس بيوض النيماتودا بعد نضوجها واكتمال تطورها الجنيني. ويجري ذلك عن طريق آلية تقررها و تتحكم فيها مجموعة من العوامل الداخلية والخارجية. فبالنسبة للعوامل الداخلية، تبدأ اليرقة بالشروع في عملية الفقس بإفراز أنزيمات هاضمة تعمل على جعل قشرة البيضة طرية مرنة وتزداد نفاذيتها للماء. بعد ذلك تبدأ النيماتودا بطعن القشرة بالرمح جهة أحد أقطابها عدة طعنات وفي خط مستقيم يسمح بإحداث شق فيها لاحقاً. تخرج اليرقة من قشرة البيضة مستعينة أيضاً بالضغط الفيزيائي الجسدي الذي تمارسه على الجدار الداخلي للقشرة لتوسيع فتحة الخروج والانطلاق للخارج.

و أما بالنسبة للعوامل الخارجية التي تتحكم في فقس البيض فتتضمن توفر الظروف الجوية المناسبة والتي أهمها الحرارة والرطوبة وتوفر الأكسجين، وكذلك بعض محفزات الفقس Stimuli التي تفرزها العوائل النباتية والتي من أهمها "معامل الفقس" Hatching factor اللازم لفقس بيوض نيماتودا الحوصلات. ومن الجدير بالذكر أنه يمكن الحصول على معامل الفقس من نباتات غير عوائلية. فقد تبين بإمكانية فقس بيوض *Heterodera glycines* من راشح جذور الفاصوليا رغم أنها لا تعد عائلاً للنيماتودا.

وبعد الفقس تنطلق يرقات النيماتودا باحثة عن نبات عائل مناسب تتطفل عليه ولتحصل منه على حاجتها من المواد الغذائية اللازمة لنموها وتطورها وتكاثرها. ووفقاً لنوع النيماتودا وطبيعة معيشتها فقد تكون خارجية التطفل متجولة Migratory Ectoparasite أو داخلية التطفل متجولة Migratory Endoparasite أو ساكنة Sedentary أو شبه داخلية التطفل Semi-endoparasite ، وهذا ما سيتم الحديث عنه في الفصل الثالث. لقد أظهرت

إحدى الدراسات التي أجريت في مصر (Ismail and Hasabo,1995) نجاح إفرازات Diffusates جذور 22 نوعاً من الأعشاب الصيفية و12 نوعاً من الأعشاب الشتوية في تحفيز أو تنشيط فقس بيوض نيماتودا حوصلات الذرة (CCN) عدا واحدة . إلا أنه كان هناك تباين واضح في درجة أو مدى تحفيز البيوض للفقس، فكان بعضها فعالاً جداً، متوسطاً ، قليل أو عديم الفقس، فيما كانت إفرازات جذور الذرة أكثرها تحفيزاً للفقس.

2- 2- 6. الانسلاخ Molting

تنمو اليرقة ويكبر حجمها مع تطورها من الطور اليرقي الأول حتى الرابع، كما يستمر النمو بعد البلوغ إلى أن تبلغ النيماتودا حجمها النهائي . ولكن كما بينا سابقاً ، يعتري اليرقة انسلاخ في نهاية كل طور يرقي، حيث تتوقف عن التغذية ويثبت طولها إلى أن تنتهي عملية الإنسلاخ. بعد ذلك يبدأ طور النيماتودا التالي بالتغذية و النمو من جديد ويزداد طولاً ويتمدد الكيوتكل إلى حد لا تستطيع النيماتودا النمو بعده، حيث يحدث انسلاخ جديد. فالهدف من عملية الإنسلاخ هذه إذن هو التخلص من الكيوتكل القديم و إحلاله بآخر جديد أكثر استيعاباً للتمدد و التوسع الذي سيحصل في الطور اليرقي التالي أو النيماتودا الناضجة.

وتبدأ عملية الانسلاخ بازدياد في عرض طبقة الهيبودرمس والتي تبدو فيها حبيبات كبيرة الحجم، ومن ثم يتم انفصال الكيوتكل (المكون من عدة طبقات) عن الهيبودرمس وتفصلهما مادة سائلة . بعد ذلك يتكون كيوتكل جديد للنيماتودا ويتم التخلص من القديم.

تتوفر في البلدان العربية في الوقت الراهن أية دراسات أو مكونات محددة حول موضوع انسلاخ النيماتودا.

2- 2- 7. بقاء النيماتودا Survival

يتواصل بقاء النيماتودا، واستمرارية وجودها من موسم إلى آخر عبر آليات تختلف باختلاف نوع النيماتودا وطبيعة النبات العائل وتفرضها الظروف الجوية والبيئية السائدة. فحيثما يتوفر الغذاء الكافي والظروف البيئية المواتية تبقى النيماتودا في حالة نشاط بيولوجي

مستمر وتتابع دورات الحياة بشكل طبيعي، بينما تدخل بعض أطوار النيماتودا خلال فترات الشتاء أو الصيف غير المواتية في بعض أشكال من السكون Dormancy ، وقد ينشأ ذلك عن ندرة أو عدم توفر الغذاء أو نتيجة الإجهاد الناشئ عن انخفاض أو ارتفاع درجات الحرارة أو الرطوبة أو مستوى الأكسجين عند حدود حرجة.

ففي نهاية موسم القمح مثلاً يدخل الطور اليرقي الثاني للنيماتودا *Anguina tritici* حالة سكون قد تمتد لعشرات السنين تحت ظروف الجفاف، في حين يدخل الطور اليرقي الرابع لنيماتودا السوق والأوراق *Ditylenchus dipsaci* في حالة سكون لمدة قد تزيد عن عشر سنوات تحت ظروف الجفاف. كذلك قد تدخل بيوض بعض أنواع النيماتودا فترة سكون بيولوجي تحت الظروف البيئية والجوية غير المواتية. وهذا ما يتبدى في أمثلة عديدة من أنواع النيماتودا، منها أنواع نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* ، حيث يبقى البيض في حالة سكون بحماية كيس جيلاتيني ينكمش في حالة الجفاف ولدى توفر الرطوبة يعود الكيس إلى طبيعته وتفقس البيوض الناضجة.

وقد يمتد السكون لسنوات عدة نتيجة عدم توفر "معامل الفقس" الذي تفرزه جذور العوائل النباتية المناسبة كما هو الحال في أنواع النيماتودا الحوصلية *Globodera,* و *Heterodera* . أما في حالة النيماتودا *Xiphinema* فقد وجد بأن الأنثى البالغة وما قبل البالغة أكثر مقاومة لظروف الحرارة والرطوبة غير المواتية من الأطوار اليرقية اليافعة.

وبالإضافة إلى ما سبق هناك أنواع أخرى من السكون التي تفرضها عوامل متباينة مثل مستويات تركيز الأكسجين والمواد الكيماوية الذائبة في المحلول المائي للتربة، وغير ذلك من العوامل. فقد وجد بأن نقص نسبة الاكسجين من 25 إلى 5٪ ينقص معدل فقس البيوض بشكل كبير وعندما تصبح صفراً يتوقف الفقس نهائياً . كذلك تهاجر بعض أنواع النيماتودا إلى مستويات أعمق في التربة خلال فترات الشتاء أو الصيف بعيداً عن التأثيرات الضارة لعوامل المناخ. وفي جميع الحالات، تنتهي فترة السكون ويعود النشاط البيولوجي للنيماتودا الى وضعه الطبيعي إثر زوال العامل أو العوامل التي أدت إليها، شريطة توفر الظروف الجوية والبيئية المناسبة لكل من النيماتودا والنبات العائل.

وهناك بعض الدراسات حول موضوع بقاء نيماتودا النبات في البلدان العربية. ففي مصر (Amin and Shalaby,2004) تبين أن أعداد النيماتودا *Aphelenchoides besseyi* تتناقص مع زيادة عمر بذور الأرز، ولكنها تستطيع البقاء حية حتى خمس سنوات. وفي دراسة حقلية في عُمان (Mani, 1999) تبنيت إمكانية بقاء النيماتودا *Pratylenchus jordanensis* مدة 100 يوم في بقايا جذور الفصة الجافة، كما لوحظ بأنها تهاجر إلى أعماق التربة عند جفاف سطحها. أما في الأرض البور فيمكنها البقاء 380 يوماً. وفي جانب من دراسة أجريت في سورية (الزينب والمملوك، 2002) فقد تبين أن يرقات النيماتودا *Anguina tritici* من عشيرتين إحداهما من القمح والأخرى من الشعير تمكنتا من البقاء حية و بحيوية عالية لمدة 6 – 8 أسابيع في بيئة مائية تحت ظروف المختبر.

2- 3. تأثير عوامل البيئة على إحيائية النيماتودا

تتأثر إحيائية النيماتودا من حيث نموها وتطورها وتكاثرها بمجموعة واسعة من العوامل البيئية والمناخية، الحيوية و غير الحيوية . وأي خلل قد يصيب أياً من هذه العوامل منفرداً أو متفاعلاً مع عوامل أخرى، قد يقلل من أعداد عشيرة النيماتودا المعنية أو يدخل أفرادها في حالة من السكون أو ربما يقضي عليها قضاءً مبرماً. وحيث أن نيماتودا النبات في غالبيتها إجبارية التطفل، فمن الطبيعي أن يكون النبات العائل من أهم العوامل المؤثرة على النشاط الحيوي للنيماتودا، وهو الذي يقرر نوعية وكمية الغذاء الذي يوفره لهذا الطفيل. كذلك تقضي نيماتودا النبات حياتها، كلياً أو جزئياً في بيئة التربة ، فهي بذلك على تماس مباشر بتأثيرات عوامل البيئة، سلباً أو ايجاباً. وتعد الحرارة والرطوبة وقوام التربة من أهم هذه العوامل. أما بالنسبة للنيماتودا التي تعتري المجموع الخضري للنباتات فتشكل الرطوبة الجوية عاملاً حاسماً في استمرارية وكفاءة نشاطها الحيوي.

وفيما يلي بعض أهم عوامل البيئة التي تؤثر على نيماتودا النبات:

2- 3- 1. النبات العائل Host plant

يرتبط نمو وتطور وتكاثر النيماتودا بشكل رئيسي بمدى ملاءمة واستجابة النبات للإصابة بتلك النيماتودا. وبشكل عام تختلف أنواع النباتات وأصنافها في مدى استجابتها للإصابة بأنواع النيماتودا ، فمنها المقاومة Resistant ، ومنها الأصناف المتحملة Tolerant، ومنها الحساسة Susceptible (بدرجات متفاوتة) ومنها غير المتحملة Intolerant .

وقد أجريت الكثير من الدراسات و الأبحاث في غالبية البلدان العربية حول إيجاد العلاقة الغذائية والعوائلية والمرضية بين أنواع عديدة من النيماتودا وأصناف المحاصيل الإقتصادية ونباتات الزينة والحرجية والعشبية.....إلخ. ولقد استأثرت أنواع نيماتودا تعقد الجذور بالقدر الأكبر والجهد الأوفر من هذه الدراسات. ففي مصر (El-Nagdi and Hasabo, 2005) كانت استجابة ستة أصناف من التبغ (الدخان) للإصابة بالنيماتودا *Meloidogyne incognita* من حساس و حساس جداً، كما تبين بأن صنف نخيل البلح "زغلول" مقاوم للنيماتودا بينما كان كل من الصنفين دجلة نور وساماني حساسين للإصابة (Eissa *et al.*, 1998) . ولدى تقييم استجابة أربعة أصناف من الموز لهذه النيماتودا (خير وآخرون،2004) تفاوت معدل التكاثر على الأصناف المختلفة، وكان العدد النهائي على صنف جراند ناني هو الأعلى وبدرجة أقل على صنف بسراي. وفي الجزائر أيضاً (الأخضر وآخرون، 2000) جرت دراسة لتقييم استجابة ستة أصناف من البقوليات للنيماتودا *M. incognita*. أما بالنسبة ل *M. javanica* ، فقد أظهرت إحدى التجارب في مصر (Anter, 1989) وجود اختلافات في مدى تطور النيماتودا وتكاثرها على تسعة أصناف من البسلة، بين حساس جداً ومقاوم . وكذلك فقد جرت عدة دراسات في الأردن Abu-Gharbieh, (1982) حول المدى العوائلي لنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica, M. incognita* حيث قيّمت فيها أصناف 13 من محاصيل الخضراوات. وفي تجربة أخرى أجراها Saleh (1979) ، تبين أن نوعي النيماتودا *M. javanica* و *M. incognita* أظهرا قدرة على التكاثر على البندورة أعلى بكثير منها على الزيتون.

وبالنسبة للنيماتودا *Heterodera avenae* فقد أجريت دراسة حقلية في السعودية (Al-Hazmi *et al*., 1994) أظهرت أن النيماتودا قد تكاثرت بشكل كبير على عدد من أصناف القمح والشعير، وإن كان ذلك أكثر وضوحاً على الشعير . أما النيماتودا *Pratylenchus* فقد تم تقييم استجابتها لعدد من المحاصيل. ففي السودان (Saadabi, 1985) درس المدى العائلي للنيماتودا *P. sudanensis* على 20 نوعاً من المحاصيل حيث كان القطن أحد العوائل المهمة فيما كان القمح مقاوماً. وفي السعودية (الحازمي، 1988) أظهرت أربعة أصناف من البرسيم الحجازي و ستة أصناف من الذرة الشامية قابليتها للإصابة بـ *P. penetrans* ، ولكن معامل تكاثر الذرة كان أعلى من البرسيم الحجازي. وفي دراسة جرت في مصر (Amin and Abdel-Wahab, 2004) حول استجابة عدد من أصناف الزيتون للنيماتودا *Helicotylenchus dihystera* , *R.* *M. javanica* *R. reniformis,* تبين أن هناك تفاوتاً كبيراً في الحساسية والمقاومة لأنواع النيماتودا، فيما كان الصنف "Mission" مقاوماً لها جميعاً .

وفي سورية (الزينب والملوك، 2002) جرى اختبار عشيرتين من *Anguina tritici* أخذت إحداهما من القمح والثانية من الشعير ، على 44 مصدراً وراثياً. أصابت الأولى جميع أصناف الشعير دون أصناف القمح والترتيكيلي، أما عشيرة القمح فقد أصابت أصناف القمح والترتيكيلي دون أصناف الشعير.

وعموماً يمكن الرجوع إلى استعراض موسع قام به أبوغربيه والعزة (2004) حول النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية.

وإضافة إلى ما سبق فإن هناك بعض الخصائص أو المواد التي وجد لها تأثير على مدى استجابة النبات للإصابة بالنيماتودا، وبالتالي على أعداد النيماتودا وتكاثرها. ففي مصر مثلاً وجد أن عمر أشتال الأرز عند العدوى (من صفر إلى ثلاثة أسابيع) بالنيماتودا *Hirschmanniella oryzae* أظهرت تناسباً عكسياً بين عمر الأشتال وأعداد النيماتودا في نهاية التجربة (Youssef and Bari, 1992). وفي مصر أيضاً (Mostafa,1992) وجد أن تغطيس جذور أشتال الباذنجان المصابة بـ *M. incognita* في محلول يحتوي على راشح Filtrate الفطر *Rhizoctonia solani* يحدث تخفيضاً جوهرياً في أعداد النيماتودا.

وفيما يتعلق بتغيير المكونات الكيماوية للنباتات المصابة بالنيماتودا، فقد أجريت دراسة في مصر (Amin and Abdel-Wahab,2004)خضعت فيها أربعة أصناف من الزيتون (مقاوم وغير مقاوم) لكل من *H. dihystera* و *M. javanica* و *R. reniformis* . وقد تبين أن الأصناف الحساسة للنيماتودا تحتوي على كميات أكبر من الفينولات الكلية والبروتين DNA , RNA مقارنة مع غير المعدية. كذلك أظهرت تجربة أخرى (Rezk and Fegla, 1986) زيادة كميات الأحماض الامينية البروتينية الحرة في أوراق وجذور البطيخ في المراحل الأولى لعدوى النباتات بالنيماتودا *M. javanica* وفيما بعد تبين تناقص هذه المواد في الأوراق وتزايد في الجذور . كما تبين وجود بعض الأحماض الأمينية والأنزيمات المؤكسدة بتركيزات عالية في أصناف البندورة المقاومة للنيماتودا *M. incognita* (Hassan *et al.*, 1994) . كذلك فقد أدى رش نباتات الجوافة المصابة بـ *M. incognita* بكميات متفاوتة من بعض منظمات النمو إلى ازدياد معدل تكاثر النيماتودا (Saadabi, 1985).

من المعايير المقررة لمدى نمو وتطور وتكاثر النيماتودا على النباتات ما يسمى بمدى التكاثر أو طاقته Reproduction potential ، وهذه كما اشرنا تتأثر بعوامل ذاتية للنبات بالإضافة للعوامل الأخرى المحيطة. وهناك العديد من الدراسات التي أجريت في البلدان العربية تتضمن عدوى النباتات بمستويات أولية متصاعدة من النيماتودا (Pi) ومن ثم يجري تعداد الاعداد النهائية (Pf) وحساب معامل التكاثر Reproduction factor (R) أظهرت غالبية النتائج زيادة في أعداد النيماتودا النهائية وتناقصاً في معامل التكاثر مع كل زيادة في أعداد العدوى الأولية. مثال ذلك دراسة *Heterodera avenae* على القمح والشعير في السعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1999; Ibrahim *et al.*, 1999) و *H. zeae* على الذرة في مصر (Ismail, *et al.*, 1996)، *M. javanica* على البسلة في مصر (Anter, 1989) والبطاطا (Al-Hazmi, *et al.*,1995) في السعودية، *M. incognita* على الموز في مصر (خير وآخرون، 2004) ، *Pratylenchus penetrans* على البرسيم الحجازي والذرة الشامية في السعودية (الحازمي، 1988)، *Tylenchulus semipenetrans* على أشتال الخشخاش في الأردن (Al-Azzeh and Abu-Gharbieh, 2005). هذا وقد أعطت دراسة أخرى في السعودية، تضمنت *M. javanica* على البندورة، نتائج مماثلة فيما عدا أن

الأعداد النهائية تناقصت لدى زيادة الأعداد الأولية الى 16000 و 32000 لكل قوار (Ibrahim, 2002).

2- 3- 2. الحرارة Temperature

تؤثر الحرارة تأثيراً كبيراً على النشاطات الحيوية لكل من النبات والنيماتودا سواء بسواء. فالحرارة عامل مهم في الاختلافات الموسمية لنمو النباتات وتطورها وتكاثرها، وهي في الوقت نفسه تقرر التوزيع الجغرافي ومعدل التطور ونسبة الجنسين، وغير ذلك من أنشطة النيماتودا الحيوية والتغذوية.

لكل نوع من النيماتودا مدى حراري لمعيشته يمثل درجات الحرارة الدنيا والعليا وكذلك درجة الحرارة المثلى. والأكثر من ذلك، فقد تبين بأن هناك اختلافاً في المتطلبات الحرارية حتى بين الأطوار المختلفة للنوع الواحد، كما في بعض أنواع نيماتودا تعقد الجذور. ولكن بالمجمل يمكن القول بأن غالبية أنواع النيماتودا تنمو وتتطور بشكل جيد فيما بين درجات الحرارة 25- 30°م . هذا رغم أن بعض الأنواع تفضل درجات حرارة أكثر انخفاضاً مثل *D. dipsaci* ، *M. hapla* أو ارتفاعاً مثل *Pratylenchus minyus* .

هنالك العديد من الدراسات التي جرت في البلدان العربية حول علاقة النشاط الحيوي لأنواع النيماتودا مع درجات الحرارة المختلفة، كانت إحداها في وادي الأردن (Abu-Gharbieh and Hammou, 1977) حول النشاط الحيوي لـ *M. incognita* على ستة مواعيد لزراعة البندورة، وعلى فترات 15 يوماً بين الزرعات. وقد أظهرت النتائج إصابة شديدة في جذور نباتات زرعتي سبتمبر واكتوبر حيث كان معدل درجات الحرارة بين 25- 30°م . أما الاشتال التي زرعت في نوفمبر وديسمبر فلا تكاد تظهر عليها العقد الجذرية بسبب انخفاض معدل درجة الحرارة إلى حوالي 15°م في تلك الفترة. وقد وجد Saleh (1979) نتائج حقلية مماثلة.

2- 3- 3. الرطوبة Moisture

الماء ليس العامل المحدد والمقرر لمجريات الحياة في النيماتودا فحسب، بل هو أيضا البيئة المهمة لحركتها في الوسط المائي في التربة. فالنيماتودا تعد أساساً حيوانات مائية المعيشة Aquatic وغالبية أنواعها تعيش طيلة حياتها في فيلم مائي. وعلى ذلك، ففي حالة جفاف التربة يقل سمك هذا الفيلم ويتعذر على النيماتودا القيام بواجباتها الحيوية، وقد تتعرض للهلاك. ولرطوبة التربة أيضا علاقة بمدى توفر الأكسجين للنيماتودا، فكلما كانت التربة غدقة تكون المسافات البينية بين ذرات التربة مليئة بالماء، حيث يقل الاكسجين وتكون النيماتودا معرضة للموت.

أما بالنسبة للنيماتودا التي تتطفل على عرش النباتات (أي التي تتطفل على أجزاء النبات فوق سطح التربة) مثل *Anguina tritici* و *Ditylenchus dipsaci* فللرطوبة الجوية تأثير كبير على أنشطة النيماتودا، وهذا لا يرتبط فقط بكميات هطول الأمطار أو مصادر الماء الاخرى، بل أيضا بمواعيد هطولها أو توفرها، وعلاقة ذلك كله بتطور النبات العائل، ودرجات الحرارة السائدة. ففي الأردن وسوريا والعراق على سبيل المثال تحدث نيماتودا ثآليل القمح ونيماتودا السيقان والأبصال في المناطق التي تتلقى أمطارا ربيعية وفي وقت تكون فيه درجة الحرارة حول 15°م. وفي موضوع متصل برطوبة التربة جرى تقييم استخدام مياه المجاري المعاملة في ري النباتات في السعودية، وتأثير ذلك على النشاطات الحيوية للنيماتودا. وقد تبين بأن عدد الإناث الناضجات وواضعات البيض للنيماتودا *T. semipenetrans* على ليمون البنزهير Lime تزيد مرتين تقريباً في معاملة الري بمياه المجاري عنها في معاملة الري بمياه الصنبور (اليحيى وآخرون، 1986)، بينما لم يكن لهذه المياه أي تأثير على تكاثر *M. javanica* على جذور البندورة (Al-Hazmi, *et al.*, 1995).

2- 3- 4. قوام التربة Soil texture

لقوام التربة تأثير بالغ على نمو النيماتودا وتطورها وتكاثرها وحركتها، وتشير نتائج التجارب إلى أن أنشطة النيماتودا تكون أكثر وضوحاً في الترب الرملية الخفيفة عنها في الترب الثقيلة. وبطبيعة الحال يمكن القول بأن اتساع المسافات البينية بين ذرات التربة

الرملية يسمح للنيماتودا بحرية أكبر للحركة والحصول على كميات أوفر من الأكسجين، وكميات أكبر من الغذاء بسبب غزارة المجموع الجذري في النباتات النامية في التربة الرملية الخفيفة، ولكن يبقى السؤال: هل يعود السبب في ذلك إلى ضعف نمو النبات أو الإجهاد الذي يتعرض إليه، أو إلى كمية واستجابة الحصول على الماء، أو معدل زيادة أو تكاثر النيماتودا، أو نتيجة للتفاعل بين مكونات هذه العوامل، الجواب عن هذا السؤال ما زال بحاجة إلى الكثير من البحث والتوضيح.

أما على صعيد الوطن العربي فقد أجريت تجربة في السعودية (Al-Yahya, 1999) أكدت أن تكاثر *T. semipenetrans* على أشتال ليمون البنزهير كان عاليا في التربة الرملية ومتوسطاً في التربة الرملية الطميّة والطمية الرملية وأقلها في التربة الطينية الطميّة، وفي هذه الأخيرة كان تطور اليرقات إلى إناث كاملة قليلاً بشكل جوهري. وفي تجارب أخرى أيضاً ازداد تكاثر *M. javanica* على الباذنجان (Al-Hazmi, 1988) والبطاطا (Al-Hazmi *et al*., 1995) وتكاثر *M. incognita* على الفلفل و الباذنجان (Refaei *et al*.,2008 b) مع كل زيادة في نسبة الرمل في التربة. وعلى العكس من ذلك، ففي مصر (Youssef and Ismail, 1993) تبين بأن النيماتودا *Hirschmanniella oryzae* تتكاثر بكفاءة عالية في التربة الطينية عنها في أنواع الترب التي تزداد فيها نسبة الرمل.

2- 3- 5. **عوامل أخرى**

وفيما عدا ذلك، فهناك العديد من عوامل التربة الأخرى ذات العلاقة مثل درجة حموضة التربة ومحتواها من المواد العضوية، وتأثير المواد المضافة إلى التربة التي قد تعمل على إحداث تغييرات جوهرية في منطقة الرايزوسفير، مما قد يكون لها آثار سلبية أو إيجابية على النيماتودا. وهنالك أيضاً مجموعة كبيرة من العوامل الحيوية Biotic ذات تأثير كبير على عشائر النيماتودا، منها بعض أنواع الفطريات والبكتيريا المرضة والمتطفلة مثل *P. penetrans* على يرقات *M. javanica* على الطماطم (Sweelam *et al*., 2008) والفيروسات والبروتوزوا، والمفترسات مثل بعض الفطريات والنيماتودا والعناكب وTardigrades ... الخ . كذلك تؤدي بعض الإجراءات والتدابير الزراعية الحيوية التي يقوم

بها المزارع الى تأثيرات هامة على أنشطة النيماتودا الحيوية، ومنها أعمال الحراثة والدورات الزراعية المتبعة، واستخدام الأصناف المقاومة والمبيدات، وغير ذلك من الإجراءات الزراعية.

هذا، وقد أجريت تجارب عديدة في البلدان العربية حول تأثير مثل هذه الإجراءات على الأنشطة الحيوية لأنواع النيماتودا. فلقد أدت إضافة مسحوق الكبريت وحامض الكبريتيك إلى التربة الجيرية في الأردن (Hattar *et al.*, 1988) إلى انخفاض معنوي في أعداد أكياس بيض *M. javanica* على أشتال البندورة. أما في مصر (Korayem, 1989) فقد أدت اضافة كميات متزايدة من الكبريت إلى التربة إلى تزايد جوهري في أعداد ونضوج إناث النيماتودا *Tylenchorhynchus clarus* بالاضافة الى مؤشرات عن زيادة اعداد الذكور. وفي مصر أيضا (Korayem, *et al.*, 1993) تبين أن إضافة النيتروجين Rubber-Urea formation بطيئة الانطلاق خلال فترة التفريع، ادت الى نقص جوهري في اعداد النيماتودا *Hirschmanniella oryzae* على الأرز، مقارنة بالطريقة التقليدية.

أما بالنسبة للأسمدة العضوية النباتية، فقد تبين أن إضافة نشارة قلف بعض النباتات الحرجية أدت إلى هبوط في اعداد *Rotylenchulus reniformis* على اشتال عباد الشمس (Ismail, 1998)، كما أن إضافة المستخلص النباتي المائي لأوراق القطيفة الجافة حول بذور شتلات النارنج أدى الى خفض واضح في تعداد نيماتودا الموالح *T. semipenetrans* (Refaei *et al.*, 2008a). وفي دراسة أخرى، أدى استخدام عدد من الاسمدة العضوية الحيوانية الى خفض جوهري في الاعداد النهائية للنيماتودا *R. reniformis* و *H. oryzae*، خاصة مخلفات الحمام (Ismail and Youssef, 1996)، وكذلك نيماتودا *M. incognita* على شتلات الباذنجان بمخلفات الحصان أو الحمام (EL-Sherif *et al.*, 2008).

كما أدى استخدام المواد والمبيدات الكيماوية إلى نتائج متباينة. ففي حين أظهرت دراسة سعودية (Al-Rehiayani, *et al.*, 2001) أن التسريع في البلوغ وزيادة أكياس بيض النيماتودا *M. javanica* نتيجة لاستعمال Gibberellic acid و Indole acetic acid إلا أن استعمال مبيدات الاعشاب 2,4,5-T ، CCC ، 2,4-D في مصر (Korayem and Sonbaty, 1988) أدى إلى تخفيض أعداد النيماتودا *R. reniformis* (Invitro) كما

لوحظت زيادة في اعداد الذكور. وفي مصر أيضا (Mostafa and Amin, 1993) استعمل مبيدات مختلفة على الخيار المصاب بـ *M. incognita* وأدى استعمال المبيد النيماتودا Oxamyl إلى تقليل أعداد النيماتودا أكثر من المبيد الحشري Diazinon وهذا أكثر من مبيد الاعشاب triflouralin . وقد تبين بأن فعالية هذه المبيدات تتناسب عكسياً مع كمية وجودها في النباتات. ومن ضمن الأمثلة على تجارب استخدام المبيدات الحيوية، فقد أدى استعمال Nemout, *Paecilomyces lilacinus* (Ibrahim, 1994) إلى تقليل تكاثر *M. javanica* على البندورة والباذنجان إلى 65- 83٪ و 40- 66 ٪، على التوالي.

وبالإضافة إلى ما سبق، فهناك العديد من البحوث العلمية التي أجريت في البلدان العربية حول تأثير العوامل المختلفة على إحيائية النيماتودا، وانعكاس ذلك على أداء المحاصيل المختلفة. مثال ذلك دراسة تأثير منظمات النمو (Abd-Elgawad and Youssef, 1991; Badra *et al.*, 1980) والاحماض الأمينية (Abd El-Rehim *et al.*, 1973 ؛ السبع وآخرون،1993) ومبيدات النيماتودا (Abdul-Rahman and Eissa, 1974). كما استهدفت بحوث العديد من الباحثين وطلبة الدراسات العليا في الجامعات العربية تفاعل النشاطات الإحيائية للنيماتودا على المحاصيل الاقتصادية مع الظروف البيئية المرافقة (Ahmed,1974 ؛ Ahmad *et al.*,1977 ؛ Al-Sayed ,1979 ؛ Al-Sayed, 1983 ؛ Al-Yahya *et al.*, 1988 ؛ Al-Hazmi *et al.*, 1995 ؛ Ali and El-Hamawi, 1995 ؛ Ismail *et al.*, 1996 ؛ Al-Hazmi *et al.*, 1997).

2- 4. المراجــع References

إبــراهيم، إبــراهيم خــيري عتريــس. 1999. أفــات النيمــاتودا الزراعيــة. منــشأة المعــارف بالإسكندرية. 352 صفحة.

أبــو غربيــة، "محمــد وليــد". 1994. (الطبعــة الثانيــة). نيمــاتودا تعقــد الجــذور في الأردن: دراسات حول أنواعها ونشاطاتها الحيوية ومكافحتها. منشورات الجامعة الأردنية، عمان. 100 صفحة.

أبو غربية، وليد و طلب العزّة. 2004. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 1- 22.

الأخضر، معروف، أحمد عبد المجيد سالم، بن سلطان سيد أحمد، بلخوجة مولاي و شباني عبد الوهـاب. 2000. تـأثير نيماتودا تعقد الجذور على نباتات البقوليات وخفضها لتثبيت النيتروجين الجوي على مستوى الجذور. كتاب وقائع المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات. 22- 26 أكتوبر، 2000، عمان، الأردن.

الحازمي، أحمد سعد. 1988. معدل التكاثر النسبي لنيماتودا تقرح الجذور (*Pratylenchus penetrans*) على أصناف مختارة من البرسيم الحجازي والذرة الشامية. مجلة وقاية النبات العربية، 49- 52.

الحازمي، أحمد بن سعد. 1992. مقدمة في نيماتولوجيا النبات. مطابع جامعة الملك سعود. الرياض.327 صفحة.

حسين، علي حسن. 2001. أمراض النبات النيماتودية، مطابع الأهرام التجارية.قليوب، مصر.751 صفحة.

خير، عباس، أمين وفدي أمين، حسن هندي و مصطفى السيد مصطفى. 2004. تأثير مستوى اللقاح على تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* وقابلية أربعة أصناف من الموز للإصابة تحت ظروف البيت المحمي. مجلة وقاية النبات العربية، 22 (2): 97- 102.

الزينب، "محمد هشام". 1995. أسس علم النيماتودا النباتية، مطبعة ابن خلدون، دمشق. 225 صفحة.

الزينب، "محمد هشام" و عمر فاروق الملوك. 2002. دراسة بيولوجية و مورفولوجية لنيماتودا تثألل الحبوب (*Anguina tritici* Steinb) معزولة من القمح والشعير في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 20:18- 23.

السبع، رياض فالح، سليمان نائف عمي، و سامي عبد علي. 1993. الحوامض النووية في جذور نباتات الطماطة المصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* . مجلة زراعة الرافدين، 25: 175 – 180.

الشافعي، فاروق و مصطفى الشريف. 1979. نيماتودا النبات، مطبعة جامعة القاهرة والكتاب الجامعي. القاهرة. 225 صفحة.

الشريف، أحمد و فاطمة عبد المحسن مصطفى. 1982. تأثير عملية تطويش نباتات البطاطس على سلوك نيماتودا تعقد الجذور. المؤتمر العلمي الأول. الجمعية العربية لوقاية النبات،22- 25 تشرين الثاني.

عمي، سليمان نائف، رياض فالح السبع و زهير إبراهيم فتوحي. 1989. دراسة دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* في جذور صنفين من الطماطة. مجلة زراعة الرافدين، 21(4): 283- 291

اليحيى، فهد الله، أحمد سعد الحازمي و محمد أنور الصعيدي. 1986. دراسة تأثير الري بمياه مجاري مدينة الرياض على دورة حياة وتطور نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans*، Cobb. مجلة وقاية النبات العربية، 4 (1): 49- 50.

Abd - Elgawad, M.M. and M.M.A. Youssef. 1991. Effect of growth regulators on the reproduction of the citrus nematode and yield of citrus trees. Bull. Fac. Agric., Cairo University, 42 (3), Suppl. 911 – 918.

Abd-El-Rehim, M.A. I.K.A. Ibrahim and S.I. Massoud. 1973. Effect of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* on the amino acid and reducing sugar content of certain soybean varieties. Zbl. Bokt. Abt., 128: 100.

Abdul-Rahman, T.B. and M.F.M. Eissa. 1974. Some effects of aldicarb on the life cycle and pathogenicity of *Meloidogyne incognita* in potato roots. Nematol. medit.,3: 173-175.

Abu-Gharbieh, W.I. 1982. Distribution of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* in Jordan. Nematologica, 28: 34-37.

Abu-Gharbieh, W. I and A. Hammou. 1977. Population dynamics and effect of *Meloidogyne incognita* on different plantings of tomato in the Central Jordan Valley. Nematol. medit., 5: 227-232.

Ahmad, J.M., S.I. Husain and D. J. Raski. 1977. Occurrence, symptomatology and biology of stem and leaf gall nematode *Anguina microlanenae* on two new hosts in Iraq .Plant. Dis. Reptr., 61(12): 1086-1087.

Ahmed, S. S. 1974. Ecological and biological studies on the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*. M. Sc. Thesis, Fac. Agric., Cairo University. 53 pp.

Al-Azzeh and W.I. Abu-Gharbieh. 2005. Factors related to seasonal changes in numbers of *Tylenchulus semipenetrans* in the Jordan Valley. Pak. J. Nematol., 23(2): 241-250.

Al-Hazmi, A.S. 1988a. Infectivity and reproduction of *Meloidogyne javanica* as influenced by soil texture. J. Coil. Agric., King Saud University, 10(1): 173-179.

Al-Hazmi, A. S. 1988b. Relative reproduction rate of *Pratylenchus penetrans* on selected cultivars of alfalfa and corn. Protection, 6: 49-52 (In Arabic).

Al-Hazmi, A.S., F.A. Al-Yahya and A.T.Abdul-Razig. 1997. Pathogenicity and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat as influenced by nematode initial density. Abstracts of the 1st Saudi Symp. on Agric. Sci., 25-27 March, Coll. Agric., King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

Al-Hazmi, A. S., F. A. Al-Yahya and A. T. Abdul-Razig. 1999. Damage and reproduction potentials of *Heterodera avenae* on wheat under outdoor conditions. J. Nematol., 31 (4S): 662-666.

Al-Hazmi, A. S., M. A. El-Saedy and A. T. Abdul-Razig. 1995. Effect of irrigation with treated municipal waste water on infectivity and reproduction of *Meloidogyne javanica* on tomato. Com. in Sci. and Dev. Res., 49(739): 195-205.

Al-Hazmi, A. S., A. A. M. Ibrahim and A. T. Abdul-Razig. 1994. Occurrence, morphology and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley in Saudi Arabia. Pak. J. Nematol., 12 (2): 117-129.

Al-Hazmi, A. S., A. A. M. Ibrahim and A. T. Abdul-Razig. 1995. Interacting effects of soil texture and inoculum levels on reproduction and pathogenicity of *Meloidogyne javanica* on potato. Alex. J. Agric. Res., 40 (1): 359-369.

Ali, A. H. H and M. H. EL- Hamawi. 1995. *Rotylenchulus reniformis* reproduction on cucumber in relation to oil cake soil amendments. Bull. Fac. Agric., Cairo University, Egypt, 46:161-171.

Al-Rehiayani S., M. M. Belal, A. A. Farahat. 2001. Influence of indole acetic acid, gibrillic acid and ascorbic acid on the infectivity and reproduction of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* infecting eggplant, *Solanum melongena.* Egyptian Journal of Agronematology, 5: 25-36.

Al- Sayed, A.A. 1979. Ecological and biological studies on the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., infecting some vegetable crops. M. Sc. Thesis, Fac. Agric., Cairo University. 72 pp.

AL- Sayed, A. A. 1983. Ecological and biological studies on the root-knot and reniform nematodes infecting *Jasminium grandflorum* and *Gladiolus* sp. Ph. D. Thesis, Fac. Agric., Cairo University. 171pp.

Al-Yahya, F. A. 1997. Surface proteins and glycoprotein's of *Meloidogyne incognita.* Journal of King Saud University, Agricultural Sciences, 9 (2): 289-299.

Al-Yahya, F. A. 1999. The use of lectins to recognize glycoprotein's of two species of *Meloidogyne.* Egyptian Journal of Agronematology, 3 (1/2): 1-25.

Al-Yahya, F. A., A. S. Al-Hazmi and M. A. El-Saedy. 1988. Effects of soil texture on reproduction of *Tylenchulus semipenetrans* on lime seedlings irrigated with treated sewage water. Alexandria Journal of Agricultural Research, 33(2): 183-192.

Amin, A.W and A. W. Abdel-Wahab. 2004. Genome mapping and chemical compounds response of four olive cultivars infested with three-plant parasitic nematodes. Pak. J. Nematol., 22(1): 65-81.

Amin, A.W and M.E.M. Al-Shalaby. 2004. Effect of storage, hot air-drying, hot water and nematicide seed soaking treatments on white tip nematode, *Aphelencoides besseyi* survival in rice seeds. J. Agric. Sci., Mansoura University, 29(4): 2127-2136.

Anter, E.A.M. 1989. Response of some biological activities of *Meloidogyne javanica* on certain varieties of pea, *Pisum sativum* L. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 20: 303-311.

Badra, T., M.M. Khattab and G. Stinop. 1980. Influence of sub-and supra-optimal concentrations of some growth regulators on growth of guava, phenol status, nitrogen concentration and numbers of *Meloidogyne incognita*. Nematologica, 26: 157-162.

Dropkin, H. D. 1988. Introduction to Plant Nematology. John Wiley and Sons. New York. 305 pp.

Eissa, M.F.M., M.A. El- Sherief, M.M. Abd- Elgawad, A.E. Ismail and W.M.A. El-Nagdi. 1998. Histological response of susceptible and resistant date–palm cultivars to *Meloidogyne incognita* infection. Pakistan J. Nematology, 16 (2): 103-109.

El- Nagdi, W.M.A and S.A. Hasabo. 2005. Variability in reproduction and development of *Meloidogyne incognita* on some tobacco cultivars and cellular alternations of the infected plants. Pak. J. Nematol., 23(2)331-338.

EL-Sherif, A.G., A. R. Refaei, M.E. EL-Nagar and H. M. Salem. 2008. Influence of certain animal wastes, urea and Oxamyl on *Meloidogyne incognita* infecting eggplant. Egypt. J .Agronematol., 6(1): 99-108.

Hassan, H.M., A.M. Khalaf-Allah, I.K.A. Ibrahim and H.M. Badr. 1994. Free amino acids and oxidative enzymes in infested roots of tomato genotypes resistant and susceptible to *Meloidogyne incognita.* Nematologia medit., 22: 179-183.

Hattar, B.I., W. I. Abu-Gharbieh and L. Al-Banna. 1988. Effect of elemental sulfur and sulfuric acid soil amendments on the root-knot nematode and tomato growth in calcareous soils. Damascus University Journal, 15: 35-56.

Ibrahim, A. A. M. 1994. Effect of cadusafos, *Paecilomyces lilacinus* and Nemout on reproduction and damage potential of *Meloidogyne javanica.* Pak. J. Nematol., 12 (2): 141-147.

Ibrahim, A. A. M. 2002. Effect of initial population densities of *Meloidogyne javanica* on tomato growth and nematode reproduction. Alex. J. Agric. Res., 47 (2): 181-189.

Ibrahim, A.A.M., A.S.AL-Hazmi, F.A. AL-Yahya and A.A. Alderfasi. 1999. Damage potential and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley under Saudi field conditions. Nematology, 1(6): 625-630.

Ismail, A.E. 1998. Effect of soil amendments with some hardwood barks on reproduction of *Rotylenchulus reniformis* and growth of sunflower. Pakistan Journal of Nematology, 16 (2) : 137-144.

Ismail, A. E. and S.A. Hasabo. 1995. Effect of root diffusates of some weeds in corn fields on the hatchability of corn cyst nematode, *Heterodera zeae*. Pak. J. Nematol., 13(1): 41-46.

Ismail, A.E. and M. M. A Youssef .1996. Influence of animal manures as soil amendments on the development and reproduction of *Rotylenchulus reniformis* and *Hirschmanniella oryzae*. Afro-Asian Journal of Nematology, 6(2): 162-165.

Ismail, A.E., S.K. Abadir and A.M. Kheir. 1996. Reproductive potential of *Heterodera zeae* on corn under field conditions. Pakistan Journal of Nematology, 14(1): 41-48.

Jenkins, W.R. and D. P. Taylor. 1967. Plant Nematology. Reinhold Publishing Corporation. New York, London. 270 pp.

Korayem, A. M. 1989. Effect of sulfur application on the bionomics of the stunt nematode, *Tylenchorhynchus clarus,* Allen, 1955. Annals of Agric. Sci. Moshtohor, 27 (3): 1839- 1843.

Korayem, A. M. and M. R. El- Sonbaty .1988. Effect of some plant growth regulators on survival, maturation and sex ratio of *Rotylenchulus reniformis*. Al- Azhar J. Agric. Res., 9: 177-186.

Korayem, A.M. Helaly and M. M. Youssef. 1993. Rice nutrition by nitrogen slowly released from a rubber fertilizer formulation and its effect on development of *Hirschmanniella oryzae*. J. Agric. Sci., Mansoura University, 18(3): 909-914.

Mani, A. 1999. Survival of the root-lesion nematode *Pratylenchus jordanensis* Hashim in a fallow field after harvest of alfalfa. Nematology, 1: 79-84.

Mostafa, F.A.M. 1992. Effect of culture filtrates of certain fungi on *Meloidogyne incognita* reproduction on eggplant, *Solanum melongena*. Egypt. J. Appl. Sci., 7(12): 43-57.

Mostafa, F.A and A.W. Amin. 1993. Determination of chemical residues and nematode reproduction on cucumber plants infected with *Meloidogyne incognita*. Egypt. J. Appl. Sci., 8(4): 715-720.

Nickle, W.R. 1991. Manual of Agricultural Nematology, Marcel Dekker Inc. New York, Basel. Hong Kong. 1035 pp.

Refaei, A.R., A.G.EL-Sherif, M.E.EL-Nagar and H.A. EL-Ghanem. 2008a. Controlling *Tylenchulus semipenetrans* infecting sour-orange plants by plant extracts and Oxamyl. Egypt. J. Agronematol., 6(1): 75-85.

Refaei, A.R., A.G.EL-Sherif, M.E.EL-Nagar and H.A. EL-Ghanem. 2008b. Influence of soil texture on the pathogenicity and reproduction of *Meloidogyne incognita* on pepper and eggplant. Egypt. J. Agronematol., 6 (1): 87-98.

Rezk, M.A and G.I. Fegla. 1986. Patterns of amino acids and amids in sweet melon plants infected with cucumber mosaic virus and root knot nematodes, *Meloidogyne javanica.* Alex. J. Agric. Res., 31: 265-274.

Saadabi, A.M. 1985. Studies on the biology and control of some root-lesion nematodes with emphasis on *Pratylenchus sudanensis* on cotton in the Gezira area. Int. Nematol. Network Newsl., 2(2): 11-13.

Saleh, H.M. 1979. Biology of *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood on tomato in the central Jordan Valley. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan. 60 pp.

Sweelam, M.A., A. M. Kella and Y.A. Rjoub. 2008. The role of soil types on the biological activity of *Pasteuria penetrans* in the control of *Meloidogyne javanica.* Egypt. J. Agronematol., 6(1): 47-54.

Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. McGraw-Hill Book Company Inc. New York, London. 553 pp.

Wallace, H.R. 1963. The Biology of Plant Parasitic Nematodes. Edward Arnold Ltd. London. 280 pp.

Youssef, M.M.A and N.A. Bary. 1992. Influence of plant ages at inoculation time with the rice root nematode *Hirschmanniella oryzae* on its reproduction and on rice plant growth. Fayoum, J. Agric. Res. and Dev., 6(2): 81-88.

Youssef, M.M.A. and A.E. Ismail. 1993. Influence of soil textures on the development and reproduction of the rice root nematode *Hirschmanniella oryzae* and on rice growth. Bull. N.R.C., Egypt, 8 (4): 287-292.

الفصل الثالث

التغذية والتأثيرات الضارة والأعراض المرضية

Feeding, Damage and Disease Symptoms

أحمد سعد الحازمي[1] وأمين وفدي أمين علي [2]

(1) كلية الزراعة والغذاء، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

(2) كلية الزراعة، جامعة القاهرة، الجيزة، مصر .

المحتويات

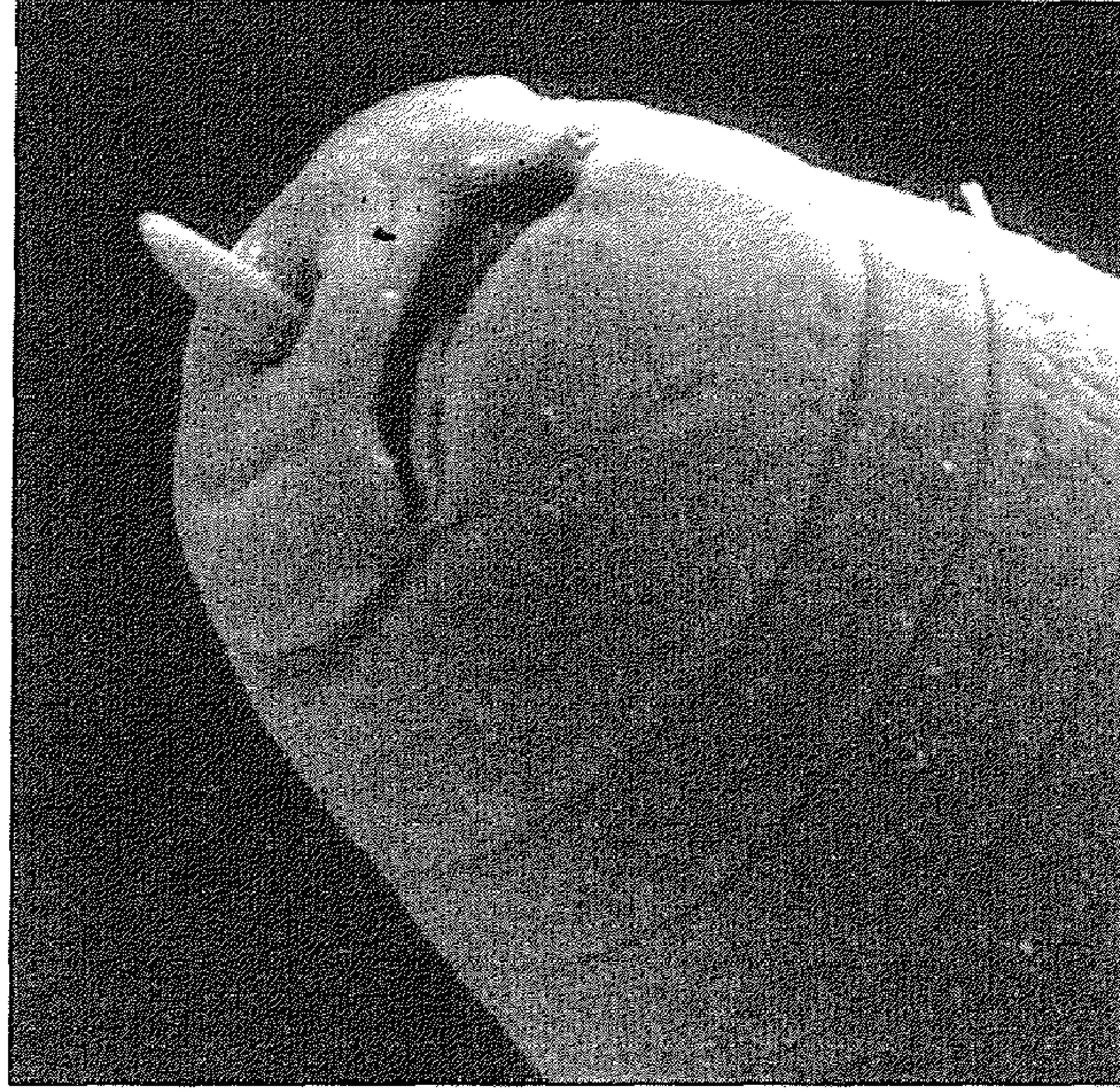
1. المقدمة	Introduction
2. المجموعات الرئيسة لنيماتودا النبات	Groups of plant-parasitic nematodes
3. تغذية نيماتودا النبات	Feeding of plant nematodes
4. التأثيرات الضارة لتغذية النيماتودا	Nematode damage to plants
5. آليات إحداث المرض	Mechanisms of pathogenesis
6. الأعراض المرضية	Disease symptoms
7. المراجع	References

1. المقدمة

يعرف حتى الآن أكثر من أربعة آلاف نوع Species من أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات Plant-Parasitic Nematodes، تنتمي إلى حوالي مائتي جنس Genus، في أكثر من ثلاثين فصيلة Family تتبع شعبة النيماتودا Phylum: Nematoda. وتنتمي معظم (أكثر من 90٪) النيماتودا المتطفلة على النبات (وهنا يمكن تسميتها نيماتودا النبات Plant nematodes) إلى الرتبة Rhabditida، بينما ينتمي القليل منها إلى رتبة Dorylaimida (Shurtleff and Averre, 2000؛ الحازمي، 2009).

تتطفل الأنواع المختلفة من نيماتودا النبات على الآلاف من عوائلها Hosts النباتية المختلفة، ولكن الدراسات التي تناولت دور النيماتودا في الأمراض النباتية المختلفة لم تتعرض حتى الآن إلى أكثر من 150 نوعاً. وبالرغم من أنه قد لا ينجو أي نبات مزروع من الإصابة بواحد أو أكثر من أنواع نيماتودا النبات، إلا أن عدد الأمراض النباتية Plant diseases التي تسببها، أو تشارك فيها النيماتودا لا يتعدى أكثر من مائة مرض نباتي معروف حتى الآن.

وتعد جميع أنواع نيماتودا النبات طفيليات إجبارية Obligate parasites، وتتميز بامتلاكها رمحاً Stylet (شكل 1) في مقدمة الجسم تستخدمه في اختراق الخلايا النباتية والتغذية (Shurtleff and Averre, 2000؛ الحازمي، 2009).



شكل 1. تتميز النيماتودا المتطفلة على النبات بامتلاكها رمحاً مجوفاً في مقدمة الجسم تستخدمه في الاختراق والتغذية.

(الحازمي، 2009).

2. المجموعات الرئيسة لنيماتودا النبات

Groups of plant-parasitic nematodes

تتطفل معظم أنواع نيماتودا النبات على الجذور، وتقضي معظم فترة حياتها إما في التربة، أو في الجذور، أو في الأجزاء النباتية الأخرى تحت سطح التربة كالدرنات، والريزومات، والأبصال، والسيقان. كما يتطفل البعض الآخر – وإن كان الأقل – على أجزاء النبات فوق سطح التربة، كالسيقان، والأوراق، والبراعم، والأزهار، والبذور، والثمار. وعليه – وبصورة عامة – يمكن تقسيم نيماتودا النبات حسب طبيعة تطفلها Parasitic habit على النباتات إلى مجموعتين رئيسيتين هما: مجموعة النيماتودا المتطفلة على الجذور، ومجموعة النيماتودا المتطفلة على أجزاء النبات فوق سطح التربة (Manzanilla et al., 2003؛ Agrios, 2005؛ الحازمي، 2009) (شكل 2)، وعلى النحو الآتي:

2- 1. مجموعة النيماتودا المتطفلة على الجذور Root Parasites

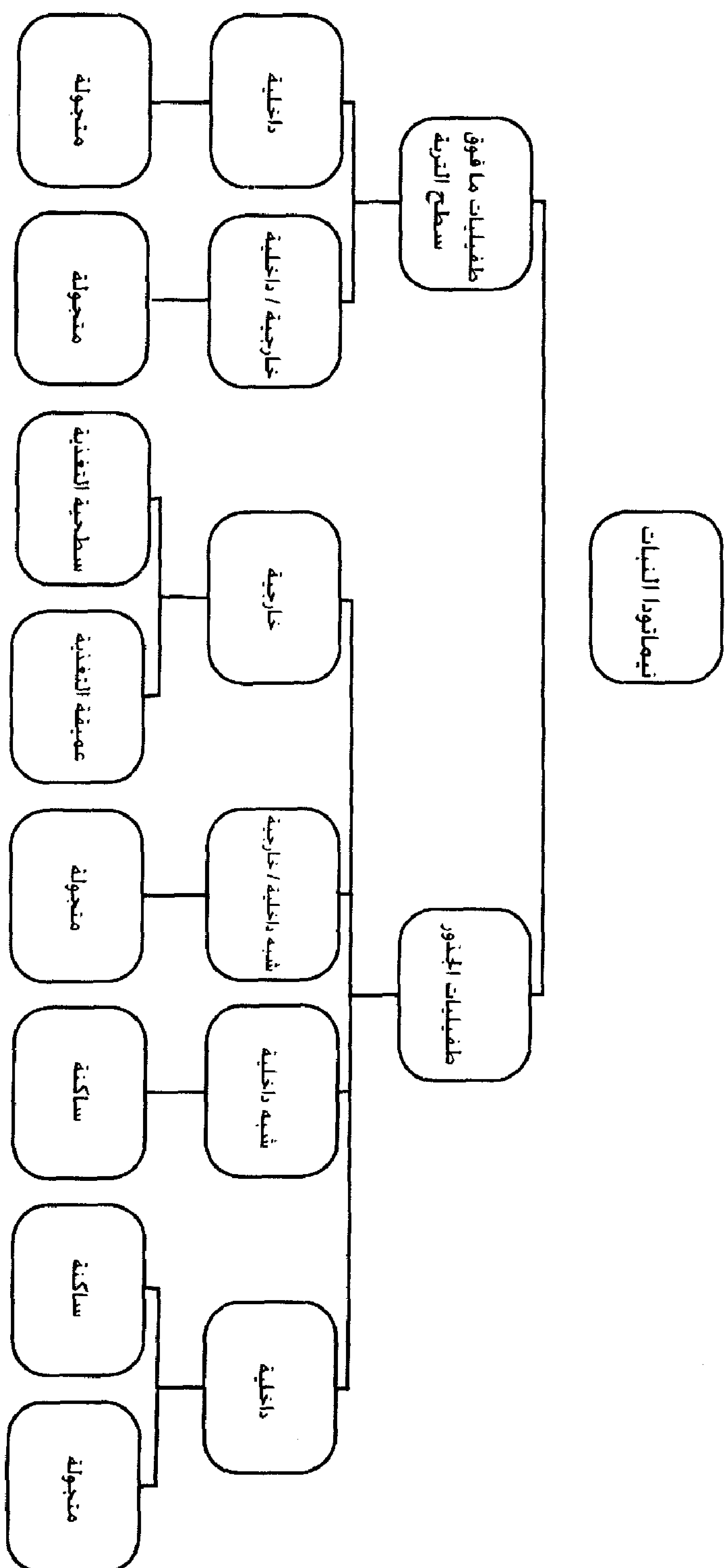
تضم هذه المجموعة معظم أنواع نيماتودا النبات وأهمها اقتصادياً. وتقسم هذه المجموعة من حيث طبيعة تطفلها على الجذور (شكل 2) إلى ما يلي:

2- 1- 1. طفيليات داخلية Endoparasites

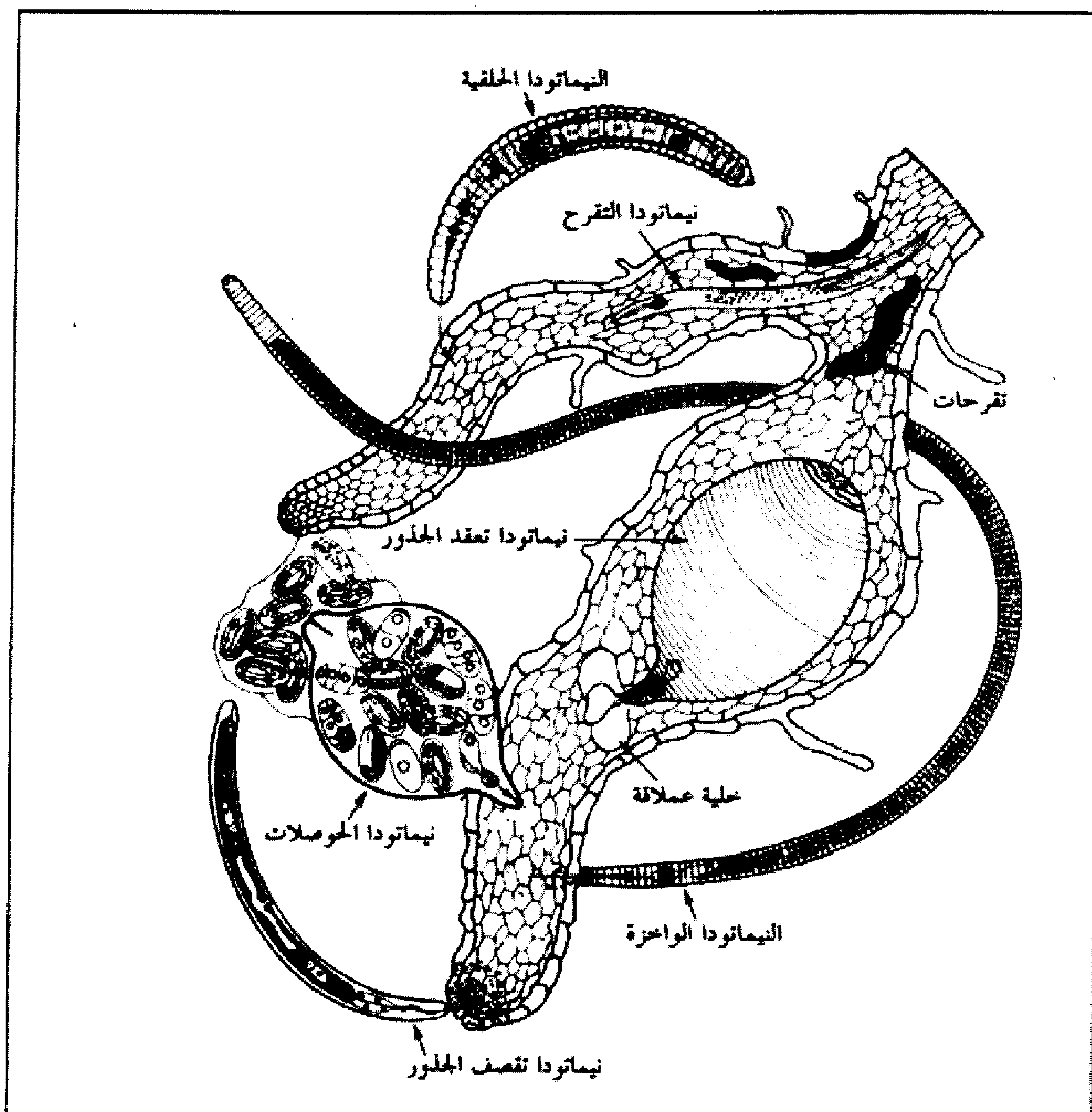
تخترق النيماتودا الجذور (شكل 3)، حيث تتغذى وتتكاثر داخل الجذر، وتقسم الطفيليات الداخلية إلى:

2- 1- 1- 1. طفيليات داخلية ساكنة Sedentary endoparasites

تدخل النيماتودا أنسجة الجذر، حيث تتطور وتكوّن موقع تغذية دائم. وتفقد الإناث الشكل المغزلي وتنتفخ، وبالتالي تفقد الحركة، وتبقى ساكنة داخل الجذر طيلة فترة حياتها، بينما تحتفظ الذكور بشكلها المغزلي. والنيماتودا ذات رمح صغير وضعيف إلى حد ما. وتضم هذه المجموعة أهم أجناس نيماتودا النبات وأكثرها خطورة على النبات. ومن أهم أجناس هذه المجموعة: *Meloidogyne*، و*Heterodera*، و*Globodera*، و*Nacobbus*، و*Meloidodera*، و*Punctodera*، و*Cactodera*، و*Achlysiella*.



شكل 2. مخطط يوضح المجموعات المختلفة لنيماتودا النبات حسب طبيعة معيشتها على عوائلها النباتية (الحازمي 2009).



شكل 3. رسم تخطيطي يوضح الأنواع المختلفة من طبيعة تطفل نيماتودا الجذور.
(Sasser, 1989)

2- 1- 1- 2. طفيليات داخلية متجولة Migratory endoparasites

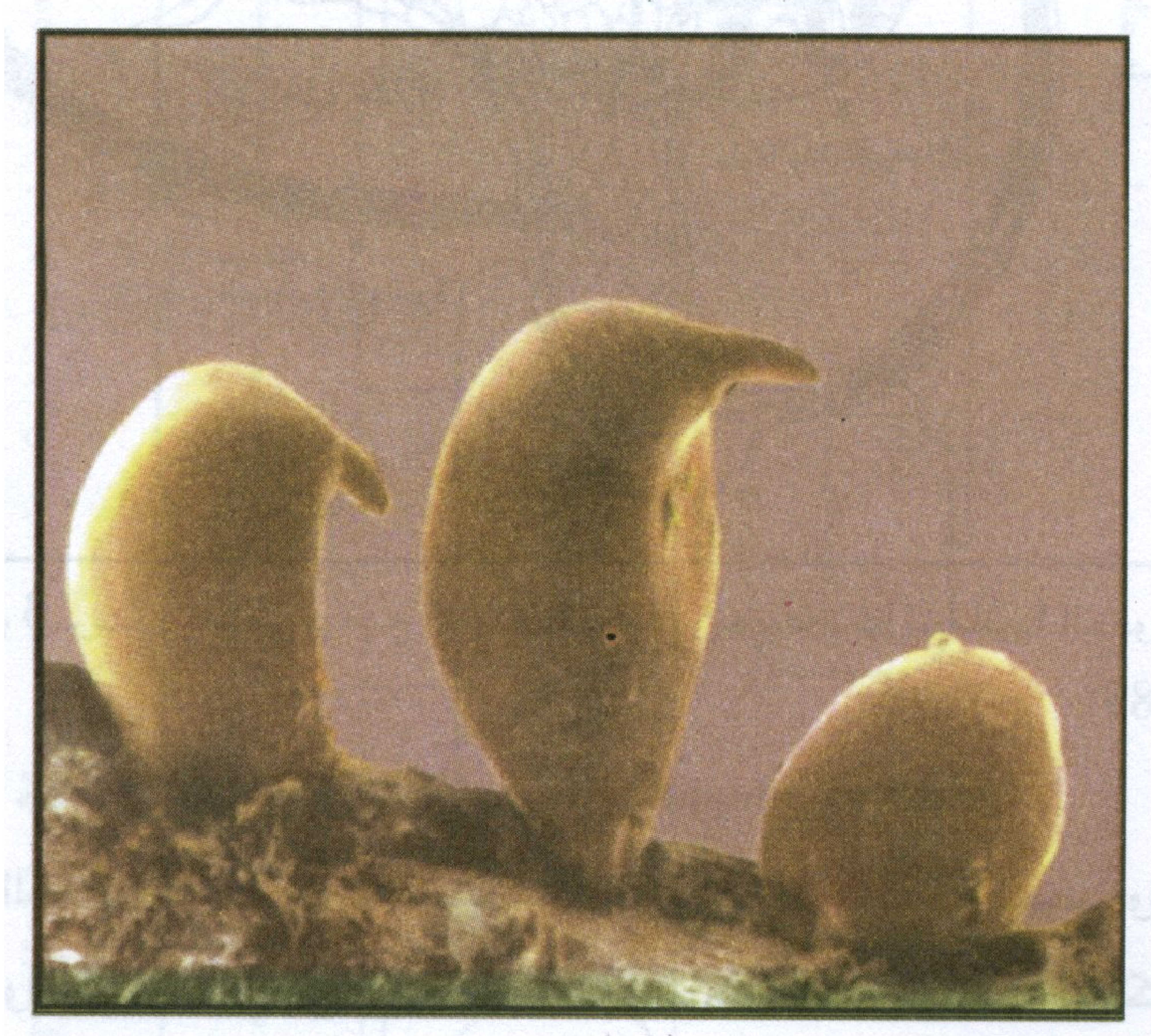
تمتلك النيماتودا رمحاً قوياً نسبياً تخترق بواسطتة أنسجة الجذر. وتظل متحركة بداخل الجذر، وأحياناً تخرج إلى التربة لتعود إلى داخل الجذر للتغذية والتكاثر. وتحتفظ النيماتودا بشكلها المغزلي، وتتحرك خلال أنسجة الجذر وتتغذى عليها، وتستحث النبات للاستجابة للإصابة. وتضم هذه المجموعة كلاً من الأجناس: *Pratylenchus*، و*Radopholus*، و*Pratylenchoides*، و*Rotylechoides*، و*Hirschmanniella*، و*Aphasmatylenchus*، وبعض أنواع الجنس *Ditylenchus*.

2- 1- 2. طفيليات شبه داخلية Semi-endoparasites

وهذه بدورها تنقسم إلى طفيليات شبه داخلية ساكنة، وطفيليات شبه داخلية متجولة.

2- 1- 2- 1. طفيليات شبه داخلية ساكنة Sedentary semi-endoparasites

تخترق النيماتودا الجذر جزئياً فقط، حيث تدفن رأسها والجزء الأمامي من الجسم في الجذر (شكل 4). تنتفخ النهاية الخلفية للإناث فتصبح كروية أو كلوية الشكل، وبالتالي تفقد الحركة. تحتفظ الذكور بشكلها المغزلي، وتكون صغيرة الحجم وتقل قدرتها على التغذية. تضم هذه المجموعة الأجناس: *Tylenchulus*، و*Rotylenchulus*، و*Sphaeronema*، و*Trophotylenchulus*.



شكل **4**. تخترق النيماتودا شبه داخلية التطفل الجذر جزئياً، حيث تدفن رأسها ومقدمة الجسم في الجذر.

(Baldwin and Mundo, 2000)

2- 1- 2- 2. طفيليات شبه داخلية متجولة **Migratory semiendo-ectoparasites**

النيماتودا في هذه المجموعة نشيطة ومتحركة Migratory، ولكنها عند التغذية تدفن مقدمة جسمها في الجذر (شبه داخلية). وتعتبر جميع الأطوار اليرقية والإناث والذكور متحركة ومتجولة. ويمثل هذه المجموعة كل من الجنسين: *Hoplolaimus*، و*Scutellonema*، وبعض الأنواع من الأجناس: *Helicotylenchus*، و*Rotylenchus*، و*Tylenchorhynchus*.

2- 1- 3. طفيليات خارجية **Ecto-parasites**

توجد النيماتودا على الجذور من الخارج دون اختراقها، وتتغذى بإدخال رمحها فقط إلى داخل نسيج الجذر. ويمكن تقسيم هذه المجموعة حسب عمق التغذية إلى:

2- 1- 3- 1. سطحية التغذية **Surface feeders**

تتغذى النيماتودا على الخلايا الخارجية للبشرة والقشرة والشعيرات الجذرية (تمتلك رمحاً قصيراً).وتضم هذه المجموعة الأجناس: *Trichodorus*، و*Paratrichodorus*، وبعض الأنواع من الجنسين: *Helicotylenchus* و*Tylenchorhynchus*.

2- 1- 3- 2. عميقة التغذية **Deep feeders**

تتميز هذه النيماتودا بامتلاكها رمحاً طويلاً، تستفيد منه في التغذية عميقاً داخل أنسجة الجذر، وغالباً عند القمة النامية للجذر. وبعضها يصبح – أثناء التغذية – غير متحرك نسبياً لفترات طويلة. وتمثل هذه المجموعة الأجناس: *Belonolaimus*، و*Criconema*، و*Criconemella*، و*Dolichodorus*، و*Hemicriconemoides*، و*Hemicycliophora*، و*Longidorus*، و*Paralongidorus*، و*Paratylenchus*، و*Xiphinema*.

2- 2. مجموعة النيماتودا المتطفلة على أجزاء النبات فوق سطح التربة
Nematodes of above-ground plant parts

عادة تعيش النيماتودا جزءاً من حياتها في التربة. ولكن عند توفر العائل المناسب تتسلق وتهاجم البادرات الصغيرة النامية، ومن ثم تصيب الأجزاء المختلفة من النبات فوق سطح التربة، كالسيقان، والأوراق، والبراعم، والأزهار، والبذور، والثمار، حيث تكمل دورة حياتها وتتكاثر. وتقسم هذه المجموعة من حيث طبيعة تطفلها إلى:

2- 2- 1. طفيليات خارجية/ داخلية Ecto-endoparasites

تتغذى النيماتودا بصورة رئيسة على خلايا البشرة للأوراق والسيقان حديثة العمر وكذلك براعم الأزهار، وغالباً ما تكون هذه الأنسجة المصابة مغطاة بأنسجة خضراء أخرى. ويلاحظ أن معظم أنواع هذه المجموعة قد يوجد أيضاً داخل الأنسجة (داخلية التغذية). ويمثل هذه المجموعة الجنس *Anguina*، وبعض الأنواع من الجنسين: *Aphelenchoides*، و*Ditylenchus*.

2- 2- 2. طفيليات داخلية متجولة Migratory endoparasites

تتغذى النيماتودا في هذه المجموعة متجولة في حرية كاملة داخل أنسجة السيقان والأوراق والبذور وبراعم الأزهار. ويمثل هذه المجموعة كل من: الجنس *Rhadinaphelenchus*، والجنس *Bursaphelenchus*، وبعض الأنواع من الجنسين: *Aphelenchoides*، و*Ditylenchus*.

ويجب أن نشير هنا إلى أن هذا التقسيم للنيماتودا حسب طبيعة تطفلها على النبات (المذكور أعلاه) لا يعتبر تقسيماً قاطعاً مانعاً، وإنما بني على أساس سلوك معظم الأنواع داخل الجنس الواحد من النيماتودا. فقد نجد أن أنوعاً مختلفة من جنس واحد (كجنس *Helicotylenchus* مثلاً) تختلف طبيعة تغذيتها من خارجية إلى داخلية إلى شبه داخلية، حسب نوع النيماتودا والعائل النباتي.

3. تغذية نيماتودا النبات Feeding of plant nematodes

من المعلوم أن جميع أنواع نيماتودا النبات هي طفيليات إجبارية Obligate parasites، أي أنها لا بد أن تتغذى على خلايا النبات الحية كي تتطور وتتكاثر. وتتميز نيماتودا النبات بامتلاكها رمحاً Stylet مجوفاً في مقدمة الرأس (شكل 1) تستطيع بواسطته اختراق الخلايا ومن ثم التغذية. وتقوم النيماتودا بإدخال رمحها إلى داخل الخلية النباتية، ومن ثم تقوم بحقن عصارات المرئ الهاضمة إلى داخل الخلية النباتية، ليتم بعد ذلك هضم محتويات الخلية خارجياً هضماً جزئياً. ثم تقوم النيماتودا – وبمساعدة عضلات المرئ – بامتصاص جميع أو جزء من محتويات الخلية، وذلك عبر تجويف الرمح، فتجويف المرئ، ومن ثم إلى تجويف الأمعاء (Yeates, 1971؛ Hussey, 1989؛ الحازمي، 2009).

3- 1. آلية التغذية Mechanism of Feeding

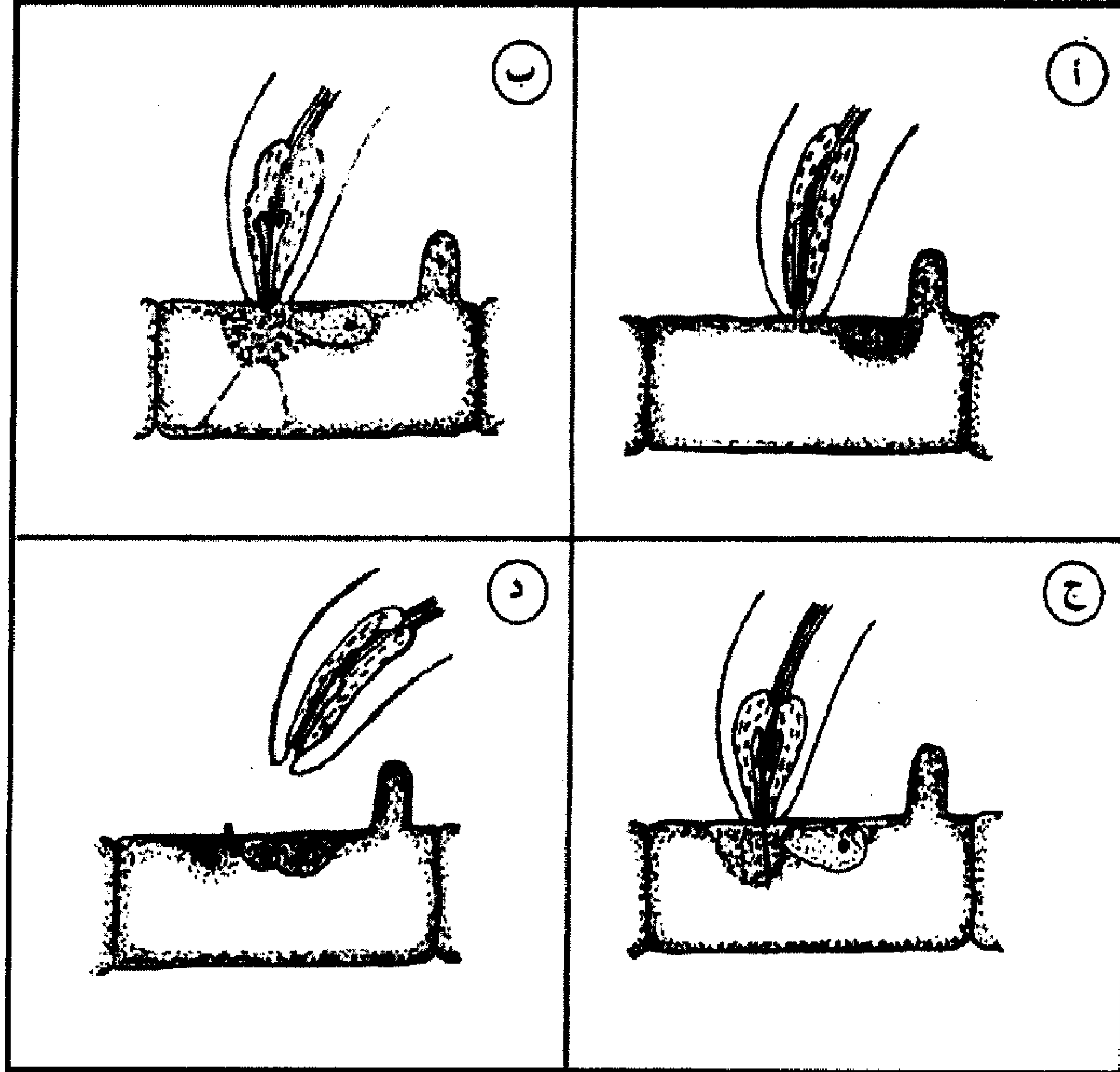
تعتمد آلية (ميكانيكية) تغذية النيماتودا على عدة عوامل، لعل من أهمها نوعية الغذاء وطبيعة تطفل النيماتودا (داخلي، خارجي، ساكن، متحرك...). وبالتالي فإن آليات التغذية متعددة، ولكن الوسائل متشابهة والهدف واحد. وبالرغم من الاختلاف في آليات التغذية، والتأثيرات الناتجة عنها، فإنه يمكن تلخيص الآلية العامة للتغذية لأحد أنواع النيماتودا، كنيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* spp. مثلاً – وهي نيماتودا تتطفل على البشرة الخارجية للجذر – بالمراحل التالية (Yeates, 1971؛ Sijmons et al., 1994) (شكل 6):

3- 1- 1. استكشاف موقع التغذية

تتحرك النيماتودا حول منطقة التغذية على الجذر، وتتحسس الموقع المناسب Feeding site بواسطة شفاهها المزودة بعدد من أعضاء الحس. وكل ذلك يتم قبل بروز الرمح واستخدامه لاختراق جدار الخلية.

3- 1- 2. إحداث ثقب في جدار الخلية

تقوم النيماتودا أولاً بلصق شفاهها بقوة على سطح جدار الخلية، ثم تبدأ بعمل ثقب في جدار الخلية بواسطة حركات ترددية للرمح (شكل 6 أ).



شكل 6. مراحل تغذية إحدى النيماتودا خارجية التطفل على الجذر: (أ) إحداث ثقب في جدار الخلية، (ب) إفراز العصارات الهاضمة، (ج) امتصاص محتويات الخلية، (د) سحب الرمح والانتقال. (الحازمي، 2009).

3- 1- 3. إفراز عصارات غدد المريء الهاضمة

بعد عمل الثقب في جدار الخلية النباتية، تسكن النيماتودا لفترة قصيرة. وبعدها تدفع بالإفرازات الهاضمة إلى داخل خلية النبات (شكل 6 ب) عبر تجويف المرئ فتجويف الرمح. تعمل هذه العصارات (الأنزيمات) الهاضمة على زيادة سيولة سيتوبلازم الخلية (هضم خارجي جزئي).

3- 1- 4. امتصاص الغذاء

بعد تهيئة سيتوبلازم الخلية للامتصاص، تزداد حركة الرمح ويبدأ المرئ بعمل انقباضات سريعة على شكل موجات متعاقبة متجهة للخلف. تعمل هذه الانقباضات السريعة على امتصاص السيتوبلازم ودفعه إلى الأمعاء (شكل 6 ج) عبر صمامات المرئ المفتوحة في هذه المرحلة.

3- 1- 5. سحب الرمح والانتقال

بعد أن تتم التغذية، تسحب النيماتودا رمحها ليعود إلى مكانه داخل الجسم. وبمجهود كبير تفصل النيماتودا شفاهها من على سطح الجذر، ثم تنتقل إلى موقع تغذية آخر (شكل 6 د). تختلف كثيراً فترة التغذية في الموقع الواحد باختلاف النيماتودا، فقد تستغرق هذه الفترة أقل من دقيقة إلى عدة أيام. كما تختلف التأثيرات التي تحدثها طبيعة التغذية من تأثير بسيط جداً إلى تغيرات مرضية فسيولوجية وتشريحية كبيرة.

4. التأثيرات الضارة لتغذية النيماتودا

Nematode damages to plants

في بعض الحالات، يمكن أن يكون الضرر الناتج عن تغذية النيماتودا على النبات عبارة عن ضرر ميكانيكي بسيط، ناتج عن اختراق الرمح أو اختراق النيماتودا وتجولها داخل أنسجة النبات، إلا أنه في معظم الحالات يكون الضرر أكبر وأخطر من ذلك بكثير.

ويعتمد نوع وشدة الضرر الذي تسببه نيماتودا النبات على عوائلها المختلفة على بضعة عوامل، لعل من أهمها: نوع النيماتودا، وطبيعة التطفل، والصنف النباتي، وعوامل البيئة المحيطة.

وبصورة عامة، يمكن أن تسبب النيماتودا ضرراً (أو أضراراً) لعائلها النباتي من خلال واحدة أو أكثر من الطرق التالية (Hussey, 1989؛ Melakeberhan, 2003):

1- تغير النيماتودا من فسيولوجية العائل، وهذا التغيير قد ينتج عنه:

أ- تكوين عقد Galls على الجذور أو الأجزاء النباتية الأخرى المصابة.

ب- حدوث تقزم عام للنبات (نتيجة لزيادة التنفس، وانخفاض في عملية التمثيل الضوئي،..الخ).

2- تثبط النيماتودا نمو الجذر، أو تسبيب موتاً لأنسجته Necrosis، أو كليهما معاً.

3- تحدث النيماتودا خللاً في عملية امتصاص الجذور للماء والعناصر الغذائية، وكذلك في نقلها وتوزيعها في النبات.

4- إصابة النبات بالنيماتودا تهيئ Predispose النبات بحيث تجعله أكثر قابلية للإصابة بالفطريات والبكتيريا.

5- تعمل بعض أجناس نيماتودا النبات على نقل الفيروسات النباتية المرضة من نبات إلى آخر.

6- تؤدي الإصابة بالنيماتودا أحياناً إلى "كسر" صفة المقاومة عند الأصناف النباتية المقاومة لبعض المسببات المرضة الأخرى.

7- تثبط النيماتودا تكوين العقد البكتيرية النافعة Nodulesعلى جذور البقوليات.

8- تثبط النيماتودا نمو وكفاءة عمل فطريات المايكورايزا Mycorrhyza المفيدة للجذور.

5. آليات إحداث المرض Mechanisms of Pathogenesis

في حالات كثيرة، يعود معظم الضرر الناتج عن الإصابة بنيماتودا النبات إلى مشاركة وتفاعل (تآثر) النيماتودا مع مسببات الأمراض الأخرى، كالفطريات والبكتيريا Disease complexs. ولذلك، فهناك صعوبات فنية في دراسة آليات إحداث النيماتودا للمرض على النبات. وفي الحقيقة، فإن الآليات (الميكانيكيات) الأساسية في عملية إحداث المرض بواسطة معظم نيماتودا النبات غير مفهومة تماماً. إلا أن هناك بعض المعلومات عن حالات خاصة من استجابة بعض النباتات للإصابة، وخاصة للنيماتودا ذات التخصص

العـائلي أو التطفـل الـداخلي، مثـل آليـات تكـوين العقـد، والتقرحـات، والتعفنـات الجافـة، والحساسية الشديدة للإصابة.

تُحدث العصارات الهاضمة التي تدفع بها النيماتودا من غدد المرئ إلى داخل خلايا العائل النباتي التأثيرات التالية (Hussey, 1989):

1- قد تكون هذه العصارات ضارة أو مميتة (تحتوي على سموم) لخلايا النبات المصاب.

2- قد تؤدي هذه العصارات إلى خلل في عملية الأيض الطبيعي (Metabolism) للخلايا، وهذا قد ينتج عنه:

أ- زيادة في حجم خلايا النسيج المصاب Hypertrophy.

ب- زيادة في معدل انقسام الخلايا Hyperplasia.

ج- تثبيط في معدل انقسام الخلايا Hypoplasia وخاصة في المناطق المرستيمية.

3- قد تحتوي هذه العصارات على إنزيمات محللة، مثل إنزيم البكتنيز Pectinase الذي يذيب ويحلل الصفائح الوسطى للخلايا، وبالتالي تنفصل الخلايا بعضها عن بعض، ومن ثم يتهتك النسيج المصاب.

ينتج عن هذه الاضطرابات الخلوية تطور الأعراض المرضية للإصابة.

6. الأعراض المرضية Disease symptoms

تعّرف الأعراض المرضية Disease symptoms بأنها انعكاسات المرض على النبات المصاب، بينما العلامات المرضية Disease signes هي وجود المسبب المرض Pathogen، أو أي من أطواره، على أو بداخل الجزء المصاب من النبات.

وتتباين وتختلف كثيراً الأعراض المرضية الناتجة عن الإصابة بنيماتودا النبات، وذلك تبعاً لعدة عوامل، لعل من أهمها: طبيعة تطفل النيماتودا، وعلاقات النيماتودا بالعائل النباتي، وعوامل أخرى مثل عمر النبات ومرحلة نموه، وحالته الفسيولوجية، والعوامل البيئية المحيطة بكل من العائل والنيماتودا. وتشمل الأعراض المرضية كل من: الأعراض الظاهرية، والأعراض التشريحية، والأعراض الفسيولوجية.

6- 1. الأعراض الظاهرية Morphological Symptoms

وهي تلك الأعراض التي يمكن مشاهدتها ظاهرة للعين المجردة، سواء على المجموع الخضري أو الجذري للنبات المصاب. ومن أمثلة هذه الأعراض: التعقد، أو التقرح، أو التعفن، أو الذبول، أو الاصفرار، أو التقزم ...الخ (Jatala and Bridge, 1990؛ Shurtleff and Averre, 2000؛ Monzanilla et al., 2003 ؛ الحازمي، 2009).

ويمكن تقسيم الأعراض الظاهرية الناتجة عن الإصابة بنيماتودا النبات إلى مجموعتين رئيستين هما: الأعراض على أجزاء النبات فوق سطح التربة، والأعراض على أجزاء النبات تحت سطح التربة.

6- 1- 1. الأعراض فوق سطح التربة Above-ground symptoms

تشبه هذه الأعراض تلك الأعراض العامة غير المتخصصة التي تنتج عن تضرر جذور النبات وتؤدي إلى خفض كفاءة وظائف الجذر في الدعم وامتصاص الماء والعناصر الغذائية. ولذلك، فالأعراض فوق سطح التربة تشبه أعراض نقص العناصر الغذائية، أو نقص أو زيادة (أو تذبذب) مياه الري، أو تأثيرات الترب الضعيفة. وتظهر هذه الأعراض في بداياتها (مواسمها) الأولى في الحقل على شكل بقع متناثرة Patches (شكل 7)، تتحد مع بعضها مع استمرار الإصابة. وتزداد هذه الأعراض شدة عندما يتعرض النبات المصاب بالنيماتودا في الوقت نفسه إلى ظروف بيئية غير مناسبة، أو إلى إصابة النبات أيضاً بمسببات مرضية أخرى. وبالمقابل، فالنباتات المصابة بالنيماتودا لكنها نامية في ظروف نمو مناسبة جداً لا يظهر عليها (أو بدرجة قليلة) أية أعراض، بالرغم من إصابتها بالنيماتودا بكثافة عالية. إلا أن النيماتودا في مثل هذه الظروف المناسبة لنمو النبات تتكاثر – ولسوء الحظ – بصورة جيدة على هذه النباتات، مما يشكل خطراً (مختفياً إلى حين) على المحاصيل التي ستزرع لاحقاً. ولعل من أهم أعراض ما فوق سطح التربة ما يلي (Shurtleff and Averre, 2000؛ Melakeberhan et al., 2003؛ الحازمي، 2009):

1- تقزم، ونقص في كثافة، المجموع الخضري، وموت راجع للأغصان (Die-back) (شكل 8).
2- نقص في المحصول كماً ونوعاً.
3- اصفرار (شحوب) الأوراق.
4- ذبول النباتات المصابة.
5- شيخوخة مبكرة للنباتات المصابة.
6- تساقط الثمار وتشوهها.
7- بقع خضراء غامقة على الأوراق، زاوية أو وتدية الشكل، مع شحوب وموت موضعي فيما بين عروق الورقة (*Aphelenchoides ritzemabosi* على أوراق الكريزانثمم) (شكل 9).
8- عقد على سيقان أو أوراق (شكل 10) أو بذور محاصيل الحبوب (شكل 11) والحشائش النجيلية (*Anguina* spp).
9- التفاف أوراق الأرز وابيضاض قممها (*Aphelenchoides besseyi* على الأرز) (شكل 12).
10- التفاف الأوراق (شكل 13)، وبقع ميتة مصفرة بارزة على السوق والأوراق (*Ditylenchus dipsaci* على النرجس والبصل).
11- التفاف العنقود (الشمراخ) الزهري ، كما وتصبح الحبوب فارغة (*D. angustus* على الأرز).
12- اصفرار وتهتك أوراق النخيل يعقبه موت سريع، مع حلقة حمراء من الأنسجة الميتة للحزم الوعائية (*Rhadinaphelenchus cocophilus* المسببة لمرض الحلقة الحمراء على نخيل جوز الهند ونخيل الزيت) (شكل 14).
13- اصفرار وموت سريع لأشجار الصنوبر (*Bursaphelenchus xylophilus* على الصنوبر).
14- نمو قمي مشوه، وتقزم للأوراق والنورات (*Aphelenchoides besseyi*، و *A. fragariae* على الفراولة).



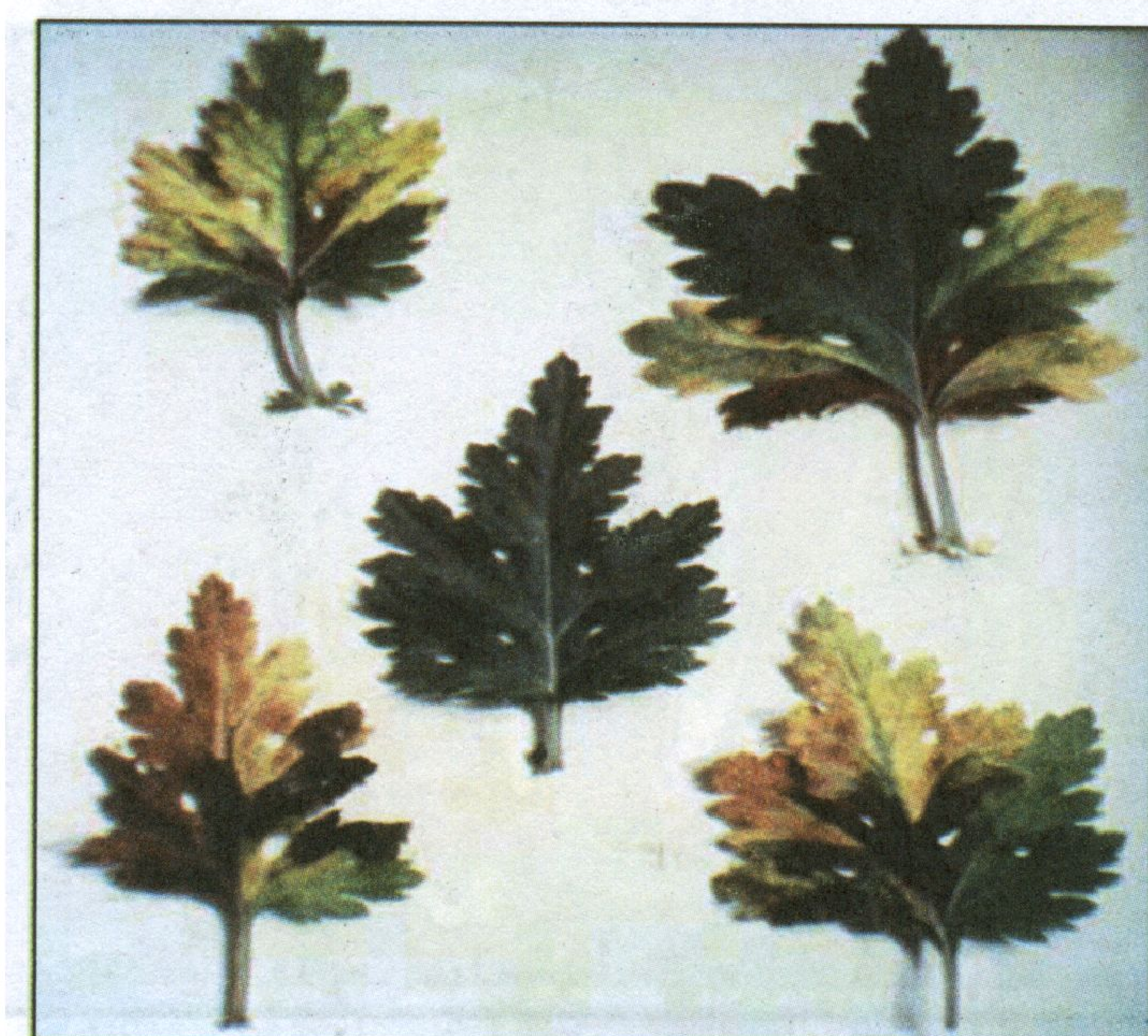
شكل 7. تتميز الإصابة بالنيماتودا في بداياتها الأولى بعدم الانتظام في الحقل، فتظهر على شكل بقع متناثرة في الحقل.

(الحازمي، 2009)



شكل 8. من أعراض إصابة الجذور بالنيماتودا على المجموع الخضري نقص في كثافة المجموع الخضري وموت راجع للأغصان.

(APS Slide Collection)



شكل **9**. من أعراض إصابة الأوراق وجود بقع خضراء غامقة مع شحوب موضعي فيما بين العروق. (APS Slide Collection)



شكل **10**. عقد ورقية على أوراق أحد النباتات النجيلية.

(Poinar, 1983)



شكل **11**. عقد بذرية في سنابل القمح نتيجة الإصابة بنيماتودا تثألل حبوب القمح. (APS Slide Collection)

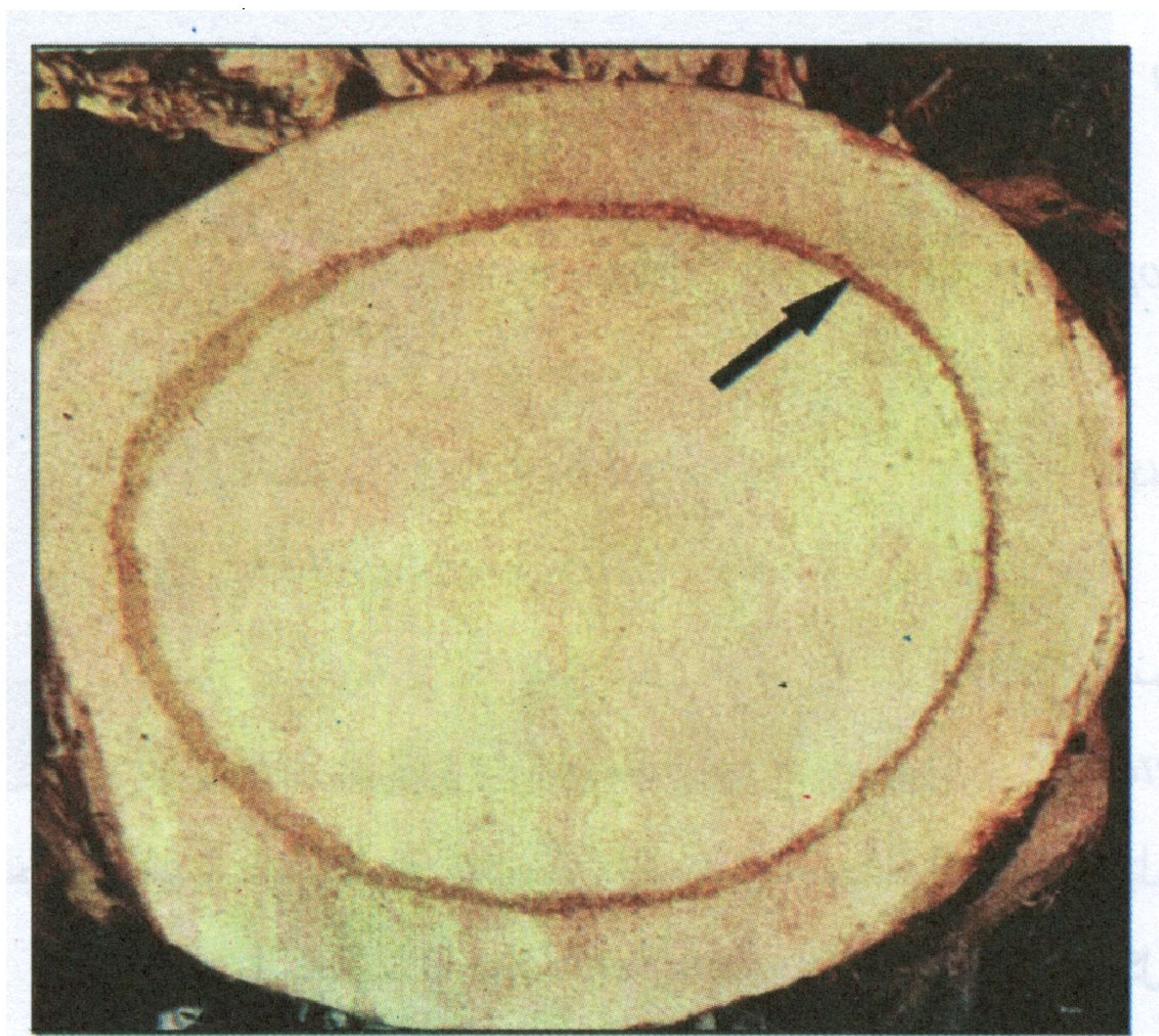


شكل **12**. ابيضاض قمم أوراق الأرز نتيجة الإصابة بنيماتودا أوراق الأرز. (APS Slide Collection)



شكل **13**. التفاف الأوراق وتشوهها في البصل.

(APS Slide Collection)



شكل **14**. أعراض مرض الحلقة الحمراء في ساق نخيل جوز الهند.

(عن Sasser, 1989)

6- 1- 2. الأعراض تحت سطح التربة Below-ground Symptoms

بصورة عامة، تؤدي إصابة الجذور بالنيماتودا إلى خفض كفاءة الجذور المصابة، وخاصة الجذور الثانوية، في امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة، وينعكس ذلك على المجموع الخضري على شكل تدهور غير متميز ومحدد. ومن أهم أعراض إصابة أجزاء النبات تحت سطح التربة ما يلي (Jatala and Bridge, 1990؛ Sijmons et al., 1994؛ Manzanilla et al., 2003؛ الحازمي، 2009):

1- تقزم في المجموع الجذري، خاصة الجذور الثانوية المغذية (شكل 15).

2- تطور غير طبيعي للجذور، مثل:

أ- زيادة كبيرة في تفرع الجذور الثانوية (*Meloidogyne hapla* (شكل 16)، *Pratylenchus spp.*، و*Nacobbus aberrans*).

ب- تعقد الجذور (*Meloidogyne* spp. (شكل 17)، و *Naccobus aberrans*).

ج- عقد طرفيه منتفخة ومنحنية (*Subanguina* spp.، و*Xiphinema* spp. (شكل 18)، و*Meloidogyne graminicola*).

د- عقد طرفية مستديرة (*Longidorus* spp.، و*Hemicycliophora* spp. (شكل 19).

هـ- مناطق طولية متقرحة (*Pratylenchus* spp. (شكل 20)، و *Radopholus* spp.، و*Hirschmanniella* spp.).

و- تكوّن جذور جانبية في مناطق محددة من الجذر (بعض أنواع الجنس *Meloidogyne* (شكل 16)، وبعض أنواع الجنس *Heterodera*).

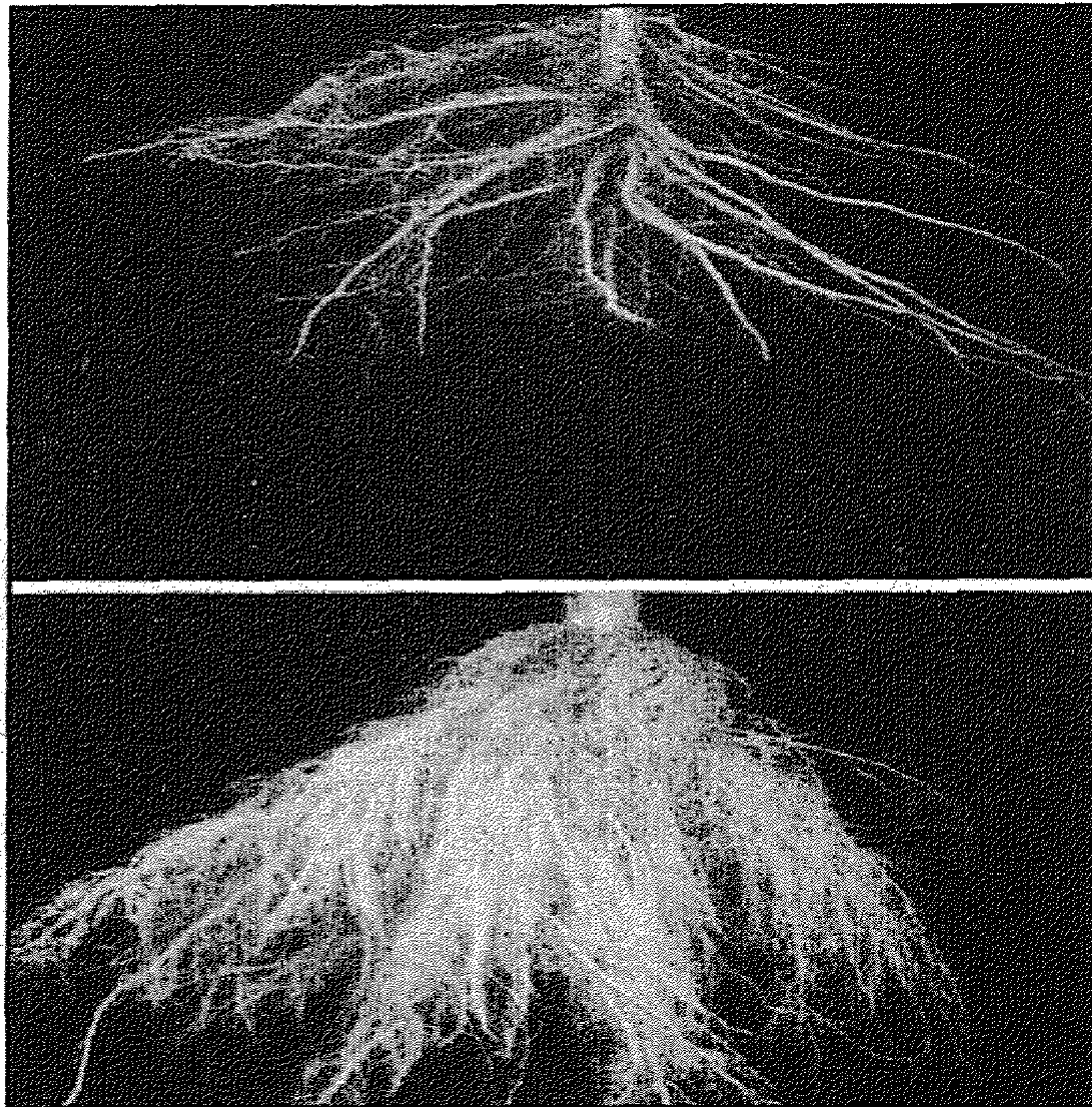
ز- جذور طينية غير نظيفة، تنتج من التصاق حبيبات التربة وبقايا الجذور على كتل البيض الجيلاتينية *Tylenchulus semipentrans* (شكل 21).

حـ- تقصف الجذور، وتثبيط في نمو الجذور (*Trichodorus* spp. (شكل 22)، و*Paratrichodorus* spp.).

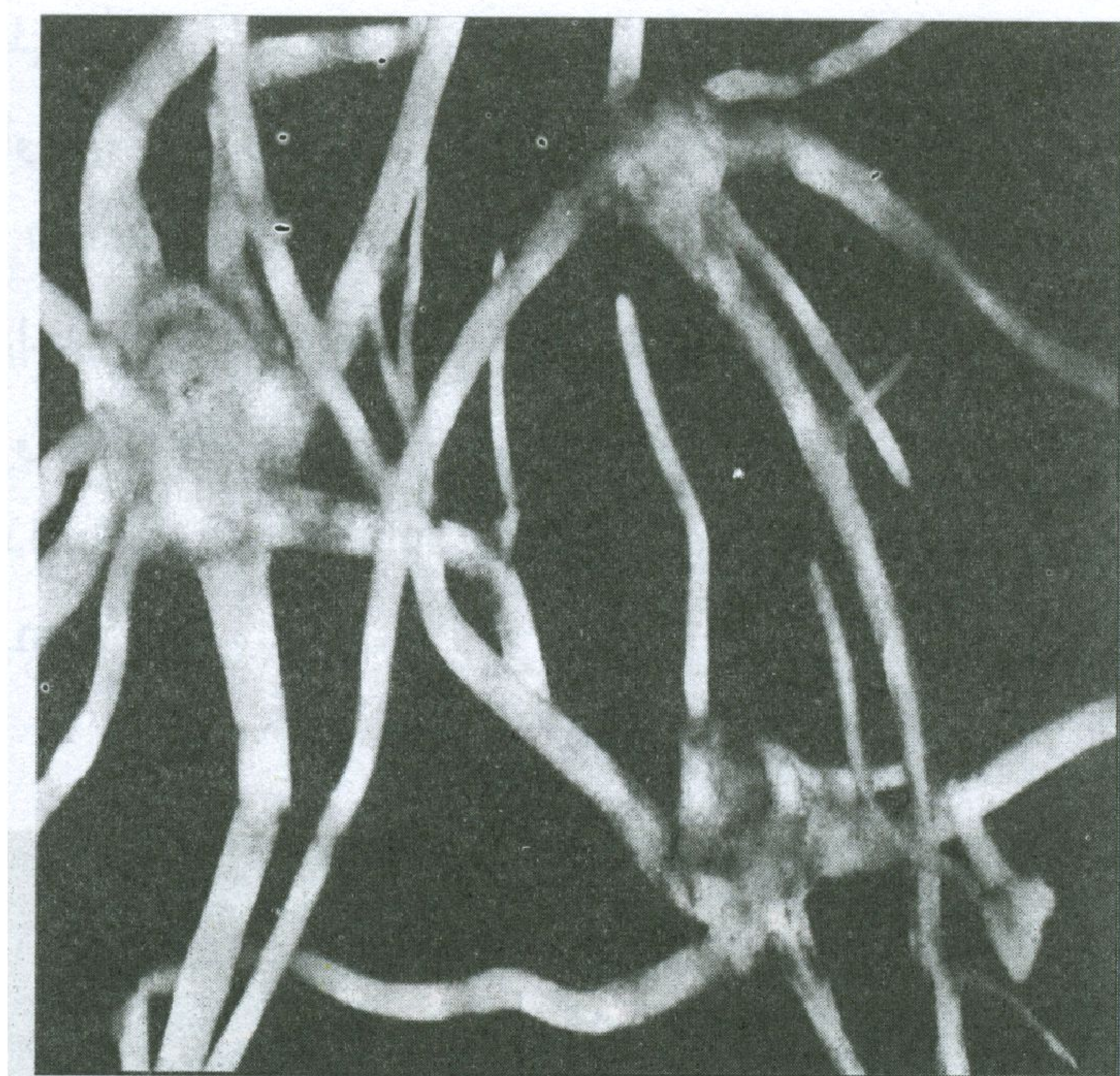
3- تظهر على الجذور "علامات" المرض، مثل وجود حوصلات ذات لون مبيض (شكل 23)، أو مصفر، أو بني غامق (.*Heterodera* spp، و.*Golobodera* spp، *Punctodera* spp.، و.*Cactodera* spp).

4- تعفن داخلي في الدرنات، والأبصال (شكل 24)، والكورمات (*Ditylenchus* spp.، و.*Pratylenchus* spp، و.*Scutellonema* spp).

5- درنات ذات ثآليل أو عقد (.*Meloidogyne* spp) على درنات البطاطس (شكل 25 واليام Yam).



شكل **15**. تقزم وضمور في المجموع الجذري (الجذر العلوي)، خاصة الجذور الثانوية المغذية (الجذر السفلي سليم).
(Union Carbide, 1986)



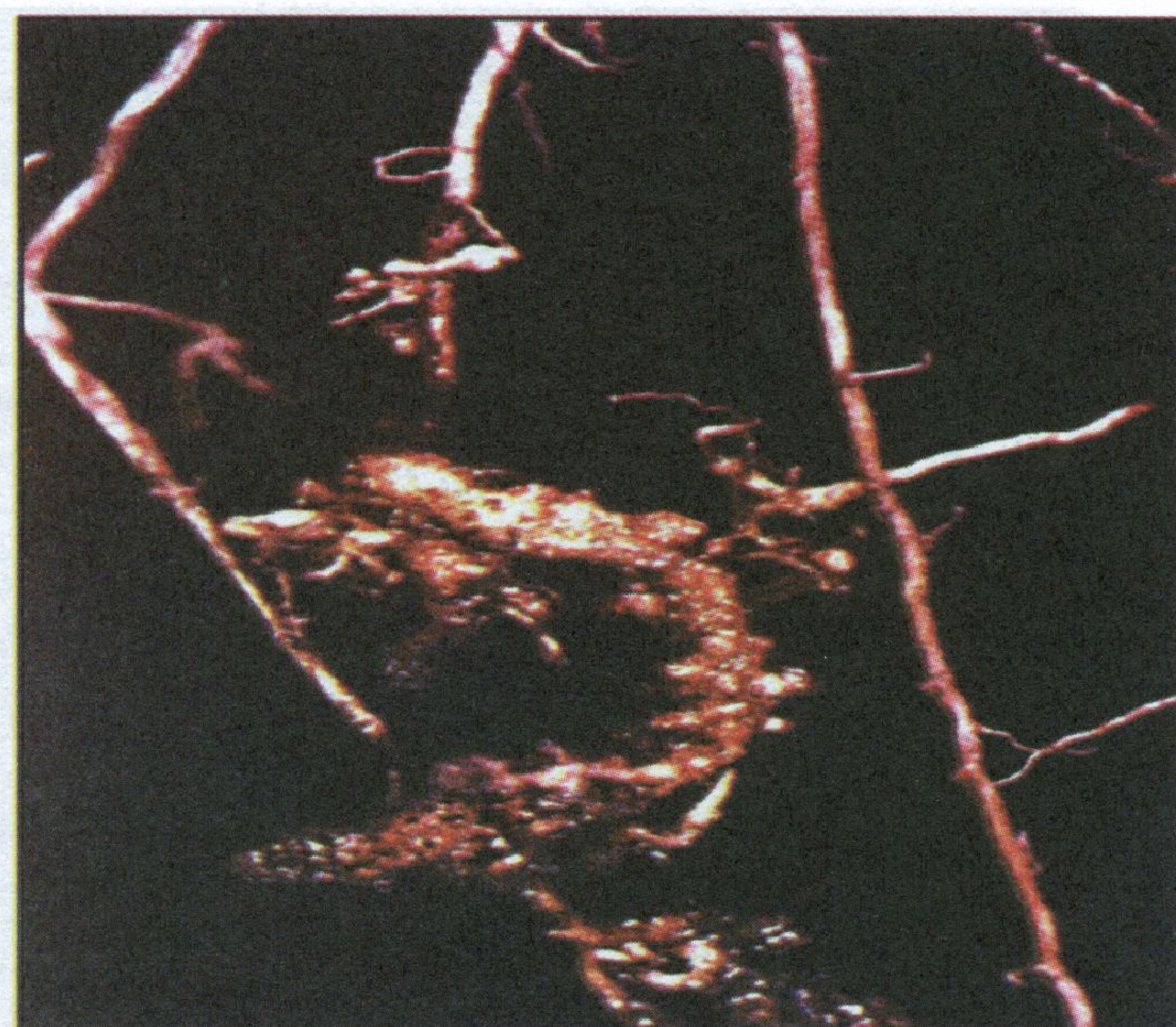
شكل **16**. زيادة في تفرع الجذور الثانوية، خارجة من عقد جذرية.

(Taylor and Sasser, 1978)



شكل **17**. تعقد الجذور نتيجة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور.

(الحازمي، 2009)



شكل **18**. عقد طرفية منتفخة ومنحنية على الجذور نتيجة الإصابة بالنيماتودا الخنجرية Xiphinema index.

(Radewaled, 1978)



شكل **19**. عقد طرفية مستديرة على الجذور نتيجة الإصابة بالنيماتودا الغمدية *Hemicycliphora arenaria*.

(Union Carbide, 1986)



شكل **20**. مناطق طولية متقرحة على الجذور. (Vovals, 1999)



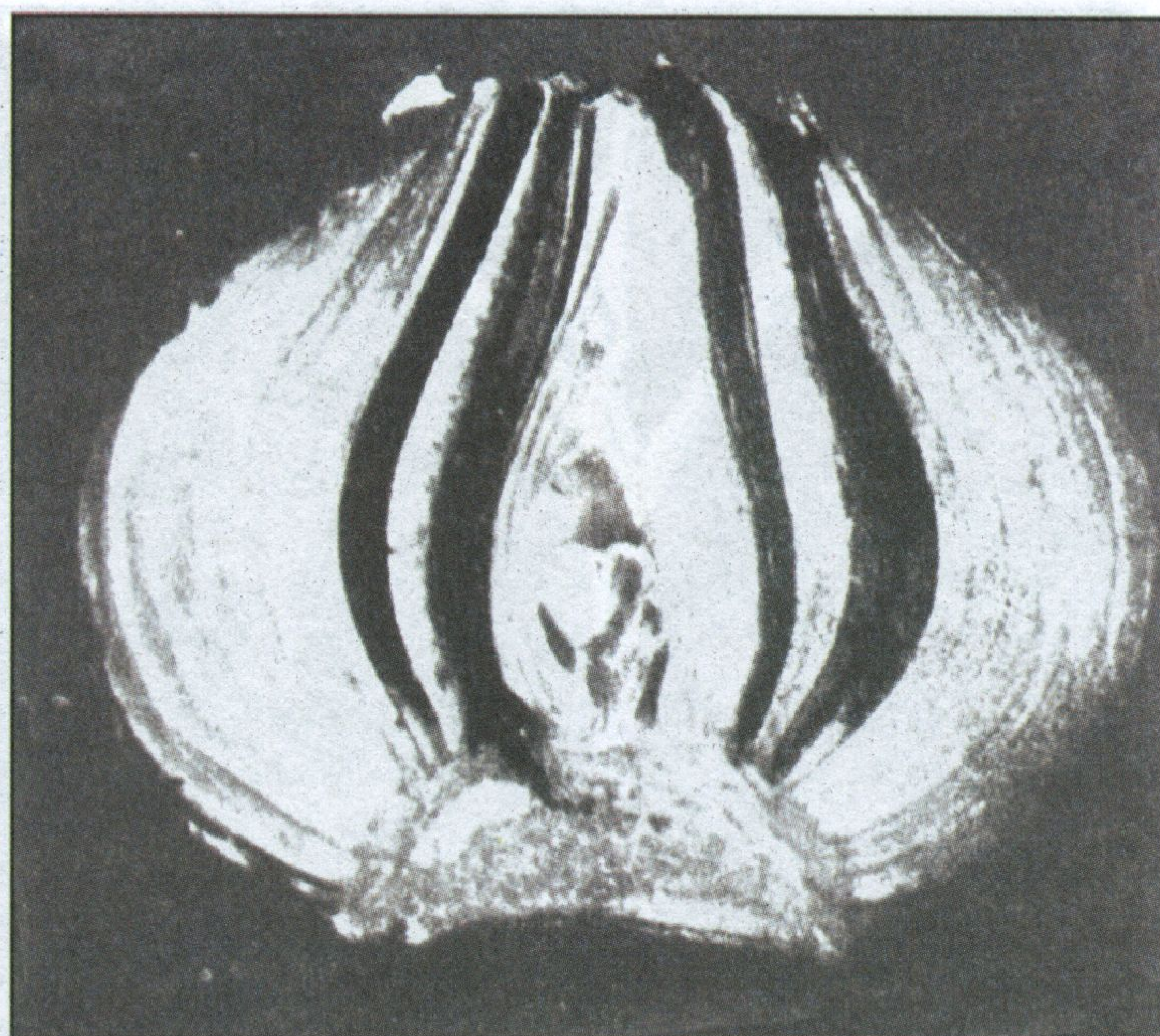
شكل **21**. جذور طينية غير نظيفة تنتج من التصاق التربة على كتل البيض الجلاتينية التي تكونها نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans* على الجذور. (Union Carbide, 1986)



شكل 22. تقصف الجذور وتثبيط نموها نتيجة الإصابة بنيماتودا تقصف الجذور.
(APS Slide Collection)



شكل 23. "علامات" الإصابة بنيماتودا الحوصلات، حيث توجد الإناث البيضاء الناضجة أو الحوصلات على سطح الجذر. (Sasser, 1989)



شكل 24. تعفن داخلي في الأبصال نتيجة الإصابة بنيماتودا السيقان والأبصال
(Dropkin, 1980) .Ditylenchus dipsaci



شكل 25. تآليل أو عقد على درنات البطاطس نتيجة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*. (الحازمي، 2009)

6- تشقق سطحي على الدرنات، كدرنات البطاطس والبطاطا واليام (*Ditylenchus destructor*) (شكل 26)، و*Scutellonema bradys*، و *Pratylenchus coffeae*، و*Meloidogyne spp.*).

7- تقرحات على قشور الفول السوداني (*Pratylenchus* spp.، و *Criconemella spp.*).

8- تصبح حبوب الفول السوداني مجعدة وداكنة (*Aphelenchoides arachidis*، و*Ditylenchus africanus*).

9- نقص واضح في عدد العقد البكتيرية النافعة على جذور النباتات البقولية (*Heterodera glycines*، و*H. gottingiana*).



شكل **26**. تشقق سطحي وعفن جاف على الدرنات.
(Sasser, 1989)

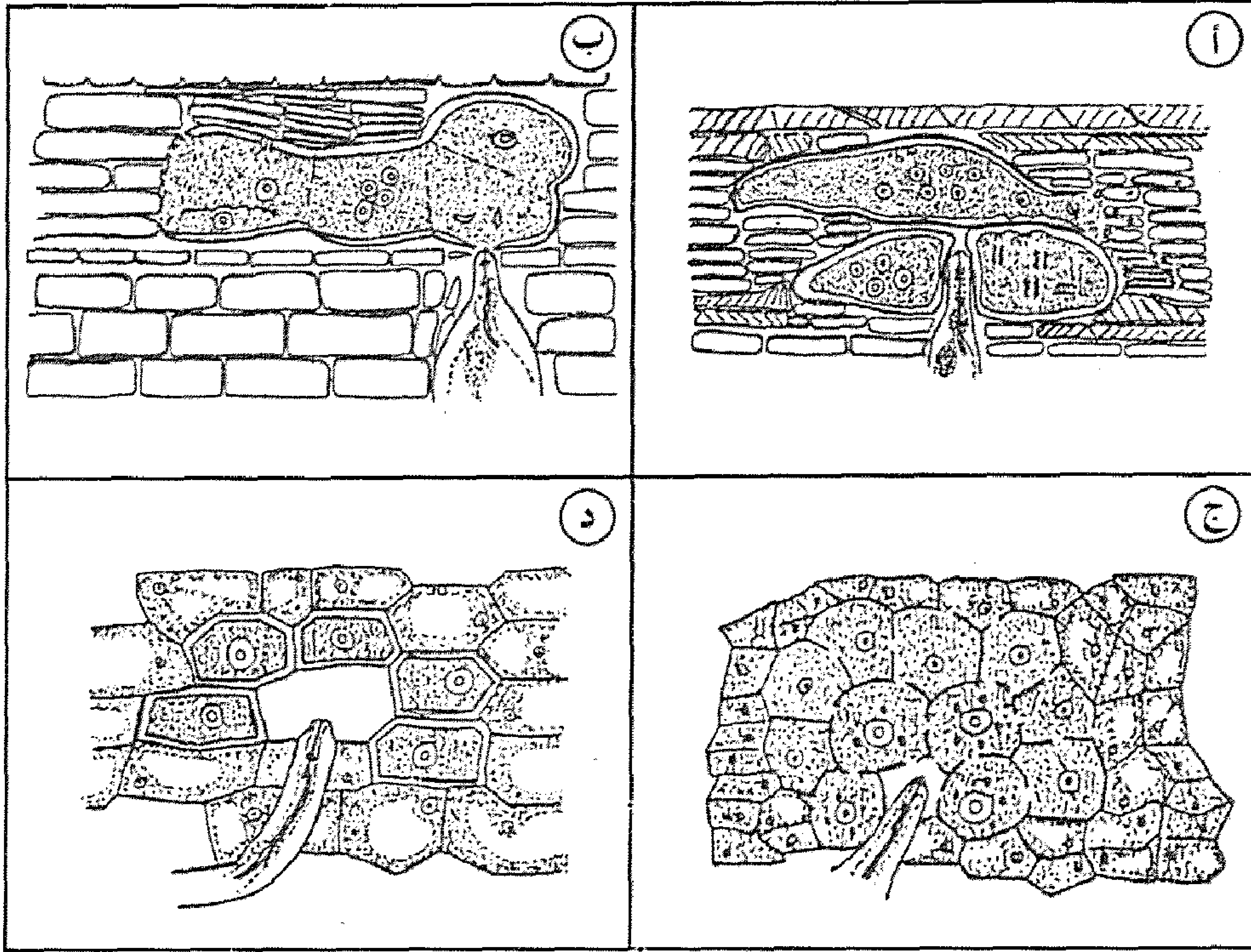
6- 2. الأعراض التشريحية Histological symptoms

وهي تلك التأثيرات التشريحية الضارة التي تحدث في أنسجة النبات الداخلية المصابة، ولهذا لا بد من تشريح الجزء المصاب لمشاهدتها والتعرف عليها. ومن أمثلة هذه الأعراض: تكوين الخلايا العملاقة Giant cells، والخلايا المغذية Nurse cells، والاندماجات الخلوية Syncytia، والتقرحات الداخلية Lesions.....الخ (Endo, 1987؛ Sijmons *et al*., 1994).

وسوف نتناول هنا فقط تلك الأعراض التشريحية التي تسببها النيماتودا الداخلية وشبه الداخلية في أنسجة الجذر. ومن أهم تلك الأعراض التشريحية المرضية هو تكوين خلايا شاذة متخصصة ذات شكل وتركيب مميز، تستطيع النيماتودا عن طريقها التغذية، ومن ثم التطور والتكاثر. ولذلك يطلق على هذه الخلايا الخاصة مصطلح عام هو الخلايا الناقلة (المغذية) Transfer cells. وتختلف طريقة تكوين وشكل هذه الخلايا وكذلك موقعها في أنسجة الجذر باختلاف جنس النيماتودا وأحياناً العائل نفسه (شكل 27). ومن أهم هذه الخلايا الخاصة (Endo, 1987؛ الحازمي، 2009) ما يلي:

6- 2- 1. الخلايا العملاقة Giant cells

وهي خلايا كبيرة الحجم ذات أنوية متعددة كبيرة، تسببها نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp.، وكذلك بعض الأجناس الأخرى التي تسبب خلايا عملاقة. يعود تعدد الأنوية فيها إلى انقسامات مباشرة Mitoses متعددة بدون حدوث انقسام سيتوبلازمي Cytokinesis للخلايا بعد الانقسام النووي.



شكل 27. من الأعراض التشريحية تكوين خلايا متخصصة ذات شكل وتركيب مميز. (أ). خلايا عملاقة نتيجة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور، (ب). اندماجات خلوية نتيجة الإصابة بنيماتودا الحوصلات، (ج). اندماج خلوي نتيجة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور الكاذب، (د). خلايا مغذية نتيجة الإصابة بنيماتودا الموالح.
(Dropkin, 1969)

ويعود تكوين مثل هذه الخلايا العملاقة بصورة أساسية إلى استمرار عملية تغذية النيماتودا، حيث تتكون بضعة أعداد من هذه الخلايا (حوالي 5- 6) في منطقة الاسطوانة الوعائية حول رأس النيماتودا (شكل 27 أ). وتتميز هذه الخلايا بسيتوبلازم حبيبي عادة ما يشمل كامل الخلية، كما أن الفجوة الخلوية الكبيرة تتحول إلى عديد من الفجوات الصغيرة. وتتكون الخلية العملاقة في الأصل من خلية واحدة، أما ما يشاهد من نموات بارزة على جدران الخلية فليست أجزاء أو بقايا من جدر خلايا مجاورة، وإنما هي في الحقيقة انثناءات في جدار الخلية العملاقة تزيد من مساحة سطح ذلك الجدار، لتساعد في نقل المواد الغذائية

من الخلايا المجاورة أو أوعية الخشب إلى الخلايا العملاقة، ومن ثم إلى النيماتودا. ومع ذلك فهناك رأي آخر يعتقد أن حالة تعدد الأنوية في الخلايا العملاقة يمكن أن تعود أيضاً إلى مشاركة أنوية الخلايا المصابة المجاورة في بداية تكوين الخلايا العملاقة. وعلى العموم فإن تحلل جدر الخلايا المجاورة في حالة الخلايا العملاقة أقل وضوحاً وبدرجة كبيرة مما هو عليه مثلاً في حالة الاندماج الخلوي المتسبب عن نيماتودا الحوصلات.

6- 2- 2. الاندماجات الخلوية Syncytia

وهي تشابه الخلايا العملاقة في كبر حجمها وتعدد أنويتها، ولكنها تختلف عنها من حيث طريقة تكوينها. وهذه الخلايا المندمجة تسببها نيماتودا الحوصلات، وكذلك الأجناس الأخرى التي تسبب تحللاً شاملاً للجدر الخلوية بين الخلايا المصابة. ويرجع تعدد الأنوية في هذه الحالة إلى وجود أنوية الخلايا السابقة والمكونة للاندماج الخلوي. ويختلف الاندماج الخلوي Syncytium باختلاف جنس النيماتودا المسببة له كما يلي:

6- 2- 2- 1. الاندماجات الخلوية المتسببة عن نيماتودا الحوصلات
Cyst-nematode induced-syncytia

وتتكون أيضاً في الاسطوانة الوعائية حول منطقة رأس النيماتودا، ويعد تحلل جدر الخلايا المشاركة في الاندماج أساسياً في تكوين هذه الخلايا (شكل 27 ب). وتدل الثقوب المشاهدة على جدر الخلايا المكونة للاندماج الخلوي على مواقع بداية تحلل هذه الجدران. وتزداد هذه الثقوب في الخلايا البرانشيمية الواقعة في منطقة الاسطوانة الوعائية والمشاركة في الاندماج الخلوي. ومتى تم اندماج الخلية إلى الاندماج الخلوي الأم يتوقف تحلل جدارها.

6- 2- 2- 2. الاندماجات الخلوية المتسببة عن نيماتودا تعقد الجذور الكاذب
Nacobbus induced-syncytia

تختلف هذه الاندماجات عن سابقتها في أن الخلايا المشاركة في الاندماج الخلوي تحتفظ بكيانها. يتكون الاندماج الخلوي عادة في منطقة القشرة يحده من الداخل طبقة

البشرة الداخلية. ولكن أحياناً وخاصة عندما توجد النيماتودا بالقرب من الأسطوانة الوعائية، فإن الاندماج الخلوي يحده من الداخل أوعية الخشب. وبالرغم من أن الخلايا المشاركة في الاندماج الخلوي تحتفظ بكيانها وأنويتها إلا أنه يحدث تحرك وانتقال للسيتوبلازم بين هذه الخلايا المشاركة، وذلك لوجود تحلل في جدر هذه الخلايا في مواقع معينة من هذا الجدر (شكل 27 ج).

6- 2- 2- 3. الاندماجات الخلوية المتسببة عن النيماتودا الكلوية
Reniform nematode induced-syncytia

تتكون هذه الاندماجات بصورة رئيسية في طبقة الأنسجة المحيطية Pricycle (الخلايا المحيطية)، وبدرجة أقل في الخلايا البرانشيمية للخشب وكذلك في البشرة الداخلية. ومع أن منطقة تغذية النيماتودا تشمل حوالي 6- 15 خلية في منطقة الخلايا المحيطية Pericycle على جانبي رأس النيماتودا، إلا أن مجموعة الخلايا القريبة للشفة – والمتصلة مع بعضها البعض بفتحات شعاعية – هي فقط التي تقوم بدور منطقة التغذية الرئيسة.

تضغط النيماتودا بواسطة منطقة الشفاه على إحدى خلايا البشرة الداخلية في موقع التغذية محدثة تهتكاً في جدارها، ومن ثم يصل طرف الرمح إلى الاندماج الخلوي في طبقة الأنسجة المحيطية Pericycle. ومما تجدر الإشارة إليه أن هناك اتصالاً سيتوبلازمياً مع الخلايا المجاورة للاندماج الخلوي ناتجاً عن وجود تحلل جزئي لجدر هذه الخلايا.

6- 2- 3. الخلايا المغذية المتسببة عن نيماتودا الموالح
Citrus nematode induced-nurse cells

تتكون هذه الخلايا في منطقة القشرة حول رأس النيماتودا. وبالرغم من الزيادة في حجم الأنوية والنُّويّات إلا أن هذه الخلايا المغذية تحتفظ بكيانها وبحجمها الطبيعي، مع زيادة في سمك الجدر وفي كثافة السيتوبلازم، بالإضافة إلى اختفاء الفجوة الخلوية (شكل رقم 27 د).

6- 3. الأعراض الفسيولوجية Physiological Symptoms

وهي تلك التأثيرات الضارة التي لا نستطيع مشاهدتها وإنما يمكن قياسها. وهي ناتجة عن اضطرابات وخلل في العمليات الفسيولوجية الحيوية في النبات المصاب، مثل الاضطرابات في عمليات التنفس والتمثيل الضوئي، والتركيب الكيميائي داخل الخلايا...الخ (Melakeberhan, 2003).

تقوم نيماتودا النبات - أثناء تغذيتها- بتدمير الخلية النباتية واستهلاك محتوياتها. كما أن الاصابة بالنيماتودا تسبب خللاً في العمليات الفسيولوجية المسؤولة عن علاقات الماء والعناصر الغذائية والهرمونات في الجذور، وبالتالي تسبب تأثيرات ضارة على عمليات التمثيل الضوئي، والتنفس، وتخليق اليخضور في المجموع الخضري للنبات.

ولعل أهم التأثيرات الفسيولوجية الضارة التي تسببها الإصابة بنيماتودا النبات (Melakeberhan, 2003) ما يلي:

6- 3- 1. تأثيرات على حاجة النبات من الطاقة

تؤدي الإصابة ببعض أجناس النيماتودا (نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحوصلات) إلى تحويل نواتج التمثيل الضوئي إلى صالح النيماتودا في مناطق تغذيتها.

6- 3- 2. تأثيرات على امتصاص الماء من التربة

تؤثر الإصابة بالنيماتودا على عملية امتصاص الجذور للماء من التربة، وبالتالي على وظائف كل من: الثغور والجذور، فينتج عن ذلك ذبول النبات. فمثلاً وجد أن نيماتودا *Bursaphelenchus xilophilus* (المسببة لمرض ذبول الصنوبر) تقوم بمنع Blocks انتقال الماء إلى أعلى عبر أوعية الخشب في الحزم الوعائية، وبالتالي يفشل النبات في القيام بوظيفة التمثيل الضوئي بصورة طبيعية، كما ينخفض الضغط الانتفاخي، ويذبل النبات وبالتالي يموت.

6- 3- 3. تأثيرات على امتصاص العناصر الغذائية

تؤدي الإصابة بالنيماتودا إلى الإخلال بعملية امتصاص العناصر الغذائية من التربة، وكذلك في خلق حالة عدم توازن بين العناصر الغذائية الكبرى والصغرى. ينتج عن ذلك، أعراض معينة تتمثل في اصفرار، وتقزم، وضعف نمو للجذور، كما تتأثر فسيولوجية النبات وعملية الأيض الغذائي.

6- 3- 4. تأثيرات على عملية التمثيل الضوئي

تؤدي الإصابة بالنيماتودا إلى خفض كبير في عملية التمثيل الضوئي. وهذا الخفض يعتمد على عدة عوامل، من أهمها كمية ثاني أكسيد الكربون، والماء المستخدم، وعمر النبات، ووقت الإصابة ....الخ.

6- 3- 5. تأثيرات على نقل نواتج التمثيل الضوئي

تقوم النيماتودا بتحويل كميات كبيرة من نواتج التمثيل الضوئي لصالحها.

6- 3- 6. تأثيرات على عملية التنفس

تغير الإصابة من معدل التنفس الطبيعي، فمثلاً يقل معدل التنفس الكلي Total respiration المطلوب للنمو وإنتاج الطاقة.

6- 3- 7. تأثيرات على منظمات النمو في النبات

تؤدي الإصابة بالنيماتودا إلى تغير (زيادة أو انخفاض) في تركيزات كثير من منظمات النمو في النبات مثل: Cytokinins، وGibberellins، وIAA، وAbscisic acid، وEthylene.

7. المراجـــع References

الحـازمي، أحمـد بـن سـعد. 2009. مقدمـة في نيماتولوجيـا النبـات. الطبعـة الثانيـة. مطـابع جامعة الملك سعود (تحت الطبع). الرياض، المملكة العربية السعودية.

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5 th ed. San Diego, CA: Academic Press.

Dropkin, V. H. 1969. Cellular responses of plants to nematode infections. Ann. Rev. Phytopath., 7: 101-122.

Endo, B. Y. 1987. Histopathology and ultrastructure of crops invaded by certain sedentary endoparasitic nematodes. Pp. 196-210. **In:** J. A. Veech and D. W. Dickson, eds. Vistas on Nematology. Deleon Springs, FL: Society of Nematologists.

Hussey, R. S. 1989. Disease-inducing secretions of plant-parasitic nematodes. Ann. Rev. Phytopath., 27: 123-141.

Jatala, P., and J. Bridge. 1990. Nematode parasites of root and tuber crops. Pp. 137-180. in M. Luc, R. A. Sikora, and J. Bridge, eds. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Wallingford, UK: CAB International.

Manzanilla-lopez, R. H., K. Evans and J. Bridge. 2004. Plant diseases caused by nematodes. Pp. 637-716. In: Z. X. Chen, S. Y. Chen and D. W. Dickson, eds. Nematology: Advances and Perspectives, Vol. 2. Nematode Management and Utilization. Wallingford, UK: CAB International.

Melakeberhan, H. 2003. Physiological interactions between nematodes and their host plants. Pp. 771-794. In: Z. X. Chen, S. Y. Chen and D. W. Dickson, eds. Nematology: Advances and Perspectives, Vol. 2. Nematode Management and Utilization. Wallingford, UK: CAB International.

Shurtleff, M. C., and C. W. Averre, III. 2000. Diagnosing Plant Diseases Caused by Nematodes. St. Paul, MN: APS Press.

Sijmons, P. C., H. J. Atkinson, and U. Wyss. 1994. Parasitic strategies of root nematodes and associated host cell responses. Ann. Rev. Phytopath., 32: 235-259.

Yeates, G. W. 1971. Feeding types and feeding groups in plant and soil nematodes. Pedobiologia, 11: 173-179.

الفصل الرابع

تقسيم النيماتودا

Systematics of Nematodes

لما شريف البنا[1] و عبدالعظيم بابكر زيدان[2]

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

(2) كلية الزراعة والموارد الطبيعية، أبو حراز، جامعة الجزيرة، السودان.

المحتويات

1- مقدمة — Introduction

2- تقسيم النيماتودا — Systematics of nematodes

3- مجهودات العلماء العرب — Efforts of Arab scientists

3- 1. وصف أنواع جديدة من النيماتودا المتطفلة على النبات. — Description of new plant parasitic species

3- 2. وصف أنواع جديدة من النيماتودا غير المتطفلة على النبات. — Description of new non- plant parasitic species

3- 3. تحديد سلالات نيماتودا النبات — Determination of nematode races

3- 4. دراسة العلاقة الفايلوجينية بين أنواع نيماتودا النبات. — Study of phylogenetic relationship among phytonematode species

4- المراجع — References

1. مقدمــــة Introduction

يُعنى هذا الفصل بمدى ما تم إنجازه من قبل العلماء العرب في مجال تصنيف النيماتودا، وخاصة تصنيف نيماتودا النبات. ولكن قبل سرد هذه الإنجازات لا بد من التطرق إلى المجالات التي يعمل بها علماء التصنيف. فهم بالإضافة إلى وصف أنواع جديدة و تحديد نوع النيماتودا لأنواع معرّفة سابقا يهتمون بدراسة وجود الأنواع في منطقة جغرافية معينة و زمان معين. وكذلك يقوم العلماء بمراجعة تصفيف النيماتودا Nematode classification معتمدين على صفات تعكس العلاقة التي تجمع بين أنواع النيماتودا في الجنس الواحد أوالفصيلة الواحدة أو الرتبة الواحدة.

2. تقسيم النيماتودا Systematics of nematodes

سنستهل هذا الفصل بتوضيح المصطلحات التي تستعمل في علوم التصنيف ، ثم نعرّج على تاريخ تصفيف النيماتودا لنوضح مدى إسهامات العلماء العرب ومدى معرفة ما علينا فعله الآن وفي المستقبل. وهذا السرد للمفاهيم المستعملة في علوم التصنيف ليس فقط لتمييزها عن بعضها، وإنما لتوضيح المجالات التي يعمل ويهتم بها علماء التصنيف. فمثلاً يعد مفهوم التصفيف Classification من المصطلحات الشائعة ، ويُعنى بوضع الأنواع في مجموعات عليا Higher categories لها صفات مشتركة. وأما النظرية والتطبيق لهذا التصفيف فهو ما يعرف بعلم التصنيف Taxonomy. و مفهوم التعريف Identification فهو تحديد النوع الموصوف سابقا، أما الوصف Description فهو تعريف نوع جديد وإعطاؤه اسماً ثنائياً (الجنس والنوع). ويستخدم مصطلحان آخران الآن في علم التصنيف هما الفايلوجينيتكس Phylogenetics و علم التنوع الحيوي Systematics. ويُعنى مفهوم الـ Phylogenetics بعلاقة الفروع مع بعضها وعلاقة الفرع بالأصل أما الـ Systematics فهو علم دراسة الحياة في المكان والزمان، أو بعبارة أخرى دراسة التنوع الحيوي بالرجوع إلى العلاقة الفايلوجينية، أي أن هذا العلم يمزج كلاً من التصنيف والتصفيف والفايلوجيناتكس.

أما بالنسبة لتاريخ تصنيف النيماتودا فقد بدأ تصفيف النيماتودا منذ أكثر من مئة سنة، وذلك عندما وضع العالم أورلي عام 1880 بعض الأنواع في فصائل إلى ما وصل إليه العالم الآن حيث تنتمي النيماتودا كلها إلى قبيلة واحدة هي قبيلة النيماتودا Nematoda. وبعدها تم اقتراح طائفتين Classes هما Secernentea وAdenophorea تحويان جميع أنواع النيماتودا (جدول 1)، ومن ثم تم البحث في تطور النيماتودا ومحاولة تصفيفها استنادا على العلاقة الوراثية بين الأنواع حيث احتوت النيماتودا في طائفتين Enoplea و Chromadorea (De Ley and Blaxter, 2002, 2004 DeLey *et al.*, 2006) (جدول2).

وفيما يخص أنواع النيماتودا النباتية فقد اتفق علماء التصنيف على أنها محتوية في رتبتين هما Dorylaimida و Tylenchida (جدول 3 و4) (Maggenti, 1991). ويشكو كثير من العلماء من أن نيماتودا النبات لم تلق الاهتمام الكافي من علماء التصنيف مثل نيماتودا الحيوان، ولذلك نرى الآن أن عدد المراجعات لنيماتودا النبات في ازدياد، وخاصة على مستوى الطائفة class و الرتبة Order وتحت الرتبة Sub-order والفصائل وحتى على مستوى الجنس Genus. ومن أشهر المراجعات ما نشره فريق العمل المكون من كل من وFortuner و Geraert وLuc وMaggenti وRaski عن مراجعاتهم لتحت الرتبة تايلنكنا (Fortuner *et al.*,1987). وحديثا تم تصفيف النيماتودا ومن ضمنها نيماتودا النبات استنادا على العلاقات الوراثية حيث تم احتواء نيماتودا النبات في ثلاث رتب هي Rhabditida و Dorylaimida و Triplonchida (جدول 5 و6) (De Ley *et al.*, 2006 De Ley and Blaxter, 2002, 2004) .

جدول 1. تصنيف النيماتود حسب Maggenti عام 1991.

قبيلة : Nematoda				
طائفة : Adenophorea		طائفة : Secernentea		
تحت طائفة Enoplia	تحت طائفة Chromadoria	تحت طائفة Rhabditia	تحت طائفة Spiruria	تحت طائفة Diplogasteria
رتبة Enoplida	رتبة Araeolaimida	رتبة Rhabditida	رتبة Spirurida	رتبة Diplogasterida
رتبة Oncholaimida	رتبة Chromadorida	رتبة Strongylida	رتبة Ascarida	رتبة Tylenchida*
رتبة Tripylida	رتبة Desmoscolecida			
رتبة Mononchida	رتبة Desmodorida			
رتبة Isolaimida	رتبة Monhysterida			
رتبة Dorylaimida*				
رتبة Stichosomida				

جدول 2. تصنيف النيماتودا حسب De Ley and Blaxter (2002، 2004) و DeLey *et al.* (2006) بالاعتماد على الطرق الجزيئية.

قبيلة : Nematoda		
طائفة : Enoplea		طائفة : Chromadorea
تحت طائفة Enoplia	تحت طائفة Dorylaimia	تحت طائفة Chromadoria
رتبة Enoplida	رتبة❖ Dorylaimida	رتبة Rhabditida
رتبة Triplonchida	رتبة Mermithida	رتبة Plectida
	رتبة Mononchida	رتبة Araeolaimida
	رتبة Dioctophymatida	رتبة Monhysterida
	رتبة Trichinellida	رتبة Desmodorida
	رتبة Isolaimida	رتبة Desmoscolecida
	رتبة Muspiceida	رتبة Chromadorida
	رتبة Marimermithida	

جدول 3. تصنيف نيماتودا النبات التي تتبع الرتبة Tylenchida حسب تصنيف Maggenti عام 1991

قبيلة : Nematoda			
طائفة : Secernentea			
تحت الطائفة : Diplogasteria			
الرتبة : Tylenchida			
تحت الرتبة: Tylenchina		تحت الرتبة: Aphelenchina	
فوق الفصيلة Tylenchoidea	فوق الفصيلة Criconematoidea		
الفصائل	الفصائل	الفصائل	الفصائل
Anguinidae Belonolaimidae Dolichodoridae Heteroderidae Hoplolaimidae Pratylenchidae Tylenchidae	Criconematidae Tylenchulidae	Aphelenchidae Paraphelenchidae Aphelenchoididae	

جدول 4. تصنيف نيماتودا النبات التي تتبع الرتبة Dorylaimida حسب تصنيف Maggenti عام 1991

قبيلة : Nematoda	
طائفة : Adenophorea	
تحت الطائفة : Enoplia	
الرتبة : Dorylaimida	
تحت الرتبة : Dorylaimina	
فوق الفصيلة : Superfamily Dorylaimoidea	فوق الفصيلة : Diphtherophoridae
الفصيلة : Longidoridae	الفصيلة : Trichodoridae

جدول **5**. تصنيف نيماتودا النبات التي تتبع الرتبة Rhabditida حسب تصنيف DeLey *et al.*, 2006 De Ley and Blaxter, 2002, 2004 بالاعتماد على الطرق الجزئية والمرفولوجية.

قبيلة : Nematoda			
طائفة : Chromadorea			
تحت طائفة Chromadoria			
رتبة : Rhabditida			
رتبة تحت : Tylenchina			
فوق الفصيلة: Sphaerularioidea	فوق الفصيلة:Criconematoidea	فوق الفصيلة : Tylenchoidea	فوق الفصيلة : Aphelenchoidea
العائلات	العائلات	العائلات	العائلات
Anguinidae Sphaerulariidae Neotylenchidae Iotonchidae	Criconematidae Criconematidae Hemicycliphoridae Tylenchulidae	Hoplolaimidae Meloidogynidae Tylenchidae Belonolaimidae Pratylenchidae Dolichodoridae	Aphelenchoididae Aphelenchidae

جدول **6**. تصنيف نيماتودا النبات التي تتبع الرتبة Dorylaimida و الرتبة Triplonchida حسب تصنيف DeLey et al., 2006 De Ley and Blaxter, 2002, 2004 بالاعتماد على الطرق الجزئية

قبيلة : Nematoda	
الطائفة: Enoplea	
تحت الطائفة : Enoplia	
الرتبة : Dorylaimida	الرتبة : Triplonchida
تحت الرتبة: Dorylaimina	تحت الرتبة : Diphtherophorina
فوق الفصيلة : Dorylaimoidea	فوق الفصيلة: Diphtherophoroidea
الفصيلة : Longidoridae	الفصيلة : Trichodoridae

ومنذ أربعينيات القرن العشرين ازداد الاهتمام بنيماتودا النبات، ويرجع ذلك إلى اكتشاف وتطور عدة عوامل منها على سبيل المثال اكتشاف كفاءة مدخنات التربة مثل DBCPوD-D mixtures وEDB خلال الأعوام 1943 و1953. وكذلك إنشاء عدد من المختبرات لدراسة النيماتودا، وازدياد عدد العاملين فيها وخاصة أولئك الذين يعملون في التصنيف. حيث كان من الضروري أن يتم تعريف النيماتودا إلى حد النوع أو السلالة لاختيار طريقة المكافحة المثلى من مكافحة كيماوية أو فيزيائية أو بيولوجية . وكان التعريف يعتمد أساسا على الصفات المورفولوجية للأطوار المختلفة للنيماتودا، ومن ثم اتباع المفاتيح التصنيفية أو المقارنة مع الوصف الأصلي للأنواع المختلفة. ومن طرق التعريف الأخرى استحدام اختبار العوائل النباتية المفرّقة Differential Host Test لتحديد استخدام التقانات الحيوية (Biotechnology) مثل الطرز الإنزيمية واستخدام الـ RAPD و Species Specific Primers و PCR - Restriction Enzymes.

ويعد التعريف الدقيق للنيماتودا، وبالتالي معرفة نوع غذائها مهماً في فهم أفضل لإحيائيتها ولدورها في التربة، وكيف أن التغير في العوامل البيئية يغير من التنوع النيماتودي. وكذلك فإن دراسة التنوع النيماتودي تمكننا من تقدير الضرر الذي يحدثه أحد أنواع نيماتودا النبات. ومن هنا نرى أيضا أهمية معرفة الأنواع الأخرى من النيماتودا التي قد تؤثر سلباً أو إيجاباً على نيماتودا النبات المستهدفة. وعالمياً أجريت عدة دراسات لدراسة التنوع النيماتودي في الحقول الزراعية والبساتين والغابات والنباتات في بيئتها الطبيعية.

أما في مجال وصف أنواع أو سلالات جديدة من النيماتودا باتباع التقانات الحيوية، بالإضافة إلى الصفات المورفولوجية، فقد قام عدد قليل من العلماء العرب بوصف أنواع جديدة، وقام علماء أجانب بوصف أنواع جديدة من النيماتودا التي توجد في ترب بعض الدول العربية. وسنسرد أدناه مساهمات العلماء العرب في مجال وصف أنواع جديدة من النيماتودا أو تحديد سلالات النيماتودا ومن ثم نعرج على دراسات التنوع النيماتودي .

3. مجهودات العلماء العرب Efforts of Arab scientists

3- 1. وصف أنواع جديدة من النيماتودا المتطفلة على النبات
Description of new plant parasitic species

كانت إسهامات علماء النيماتودا في الدول العربية في مجال وصف الأنواع الجديدة قليلة نسبيا. في الأردن (1983) قام هاشم بوصف نوعٍ جديدٍ من نيماتودا التقرح يوجد في بستان عنب في منطقة وادي الضليل وأعطاه اسم *Pratylenchus jordanensis*. أما في العام 1984 فقد تم وصف نيماتودا الرمح *Tylenchorhynchus teeni* على التين (Hashim, 1984)، وفي عام 1984 وصف العالمان (1984) وائل وهاشم نوعاً جديد من نيماتودا التقزم هو *Trichodorus orientalis* وجد في حقول البندورة والفاصوليا في الأردن.

وفي تونس وصف Siddiqi عام 1963 نوعين من نيماتودا النبات هما نيماتودا التقرح *T. tunisiensis* على نبات الساسبانيا والنيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus tunisiensis* (Siddiqi, 1963a and 1963b).

وفي الجزائر وُصف نوع جديد من النيماتودا الخنجرية هي *Xiphinema adenohystherum* (Lamberti *et al.*, 1992)

وفي السعودية وصف Loof عام 1982 نوعين يتبعان العائلة Longidoridae هما *Longidorus orientalis* الذي وجد على الحمضيات في الرياض كما وجد في العراق على العنب. والنوع الآخر النيماتودا الخنجرية *X. phoenicis* في الرياض.

وفي سوريا تم وصف نوع جديد من النيماتودا الحوصلية تصيب الحمص أطلق عليها *Heterodera ciceri* (Vovlas *et al.*, 1985).

أما في السودان فقد وصفت أنواع عديدة من نيماتودا النبات، حيث تم وصف ثلاثة أنواع من أجناس النيماتودا الخنجرية و التقرح والتقزم وهي: *X. simillimum* و *P. sudanensis* و *Paratrophurus lobatus* (Loof and Yassin, 1970). تلاها وصف

على نوعين يتبعان لنيماتودا التقزم *Paratrophurus* هما: *P. kenanae* و*P. sudanensis* (Decker *et al*., 1975؛ Decker and Elamin, 1978). بعد ذلك تواصلت الدراسات، فتمكن Zeidan and Geraert (1990b و1991a,b) من وصف ستة أنواع من النيماتودا المتطفلة على النباتات تتبع لأربعة أجناس، فتعرفا خلال العام 1990 على نوعين من النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus* هما: *H. babikeri* و *H. abuharazi*. وخلال العام 1991 وصفا أيضا نوعين من جنس نيماتودا التقرح *Pratylenchus* هما *P. yassini* و *P. elamini* و نوعين آخرين ينتمي أحدهما لنيماتودا البراعم والأوراق وسمى *Aphelenchoides eltayebi* والآخر لجنس النيماتودا الفطرية *Aphelenchus* وسمى *A. deckari*وفى العام 2000 وصف العالم Abdalla ستة أنواع جديدة في السودان تتبع لخمسة أجناس هى: نوع واحد من النيماتودا الخنجرية *X. coomansii*؛ نوعين من نيماتودا السوق والأبصال *Ditylenchus shambati* و *D. tukroofi* ونوع من كل من جنسى نيماتودا البراعم والأوراق *Aphelenchoides sennari* و النيماتودا الفطرية *Aphelenchus kassalawi*. وفى العام 2006 وصف Zeidan and Elamin نوع من النيماتودا الغمدية المصاحبة لجذور نباتات قصب السكر من مزرعة مصنع سكرعسلاية بولاية سنار من وسط السودان هو *Hemicycliophora asalaya*.

أما في مصر فقد وصف Tarjan عام 1964 نوعا جديدا من النيماتودا الحلزونية وأعطاه اسم *Helicotylenchus egyptiensis* (Tarjan, 1964) ومن ثم وصف المليجي عام 1970 ثلاثة أنواع من النيماتودا الحلزونية *H. agricola* و *H. bambesae* و *H. mangiferensis* (Elmiligy, 1970)). وفي عام 1969 تم وصف نوع جديد من النيماتودا التي تتبع الجنس *Hoplolaimus* هو *H. aegypti* Shafiee and Khoura (1969). وفي عام 2002 تم وصف نوع جديد من النيماتودا الحوصلية هو *Heterodera goldeni* على نبات *Panicum coloratum* (Handoo and Ibrahim, 2002).

وفي المغرب تم وصف نوع جديد من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne moroccienesis* وجد على جذور أصول دراق (Rammah and Hirschmann, 1990).

هـذا وقـد قـام عـدد مـن العلمـاء العـرب بوصـف أنـواع جديـدة مـن النيمـاتودا أثنـاء تواجدهم خارج الدول العربية ونذكر منها على سبيل المثال وليس الحصر وصف نـوعين مـن نيمـاتودا النبـات (*Hemicycliophora armandea* و *Criconemoides featherensis*) التي تواجدت في الترب المزروعة بالعنب البري في كاليفورنيا (Al-Banna and Gardner, 1993).

ووصـف المليجـي عـام 1971 نـوعين مـن النيمـاتودا في أيـوا في الولايـات المتحـدة الأمريكية وهـي نيمـاتودا السـاق والأبصـال *Ditylenchus nortoni* وقد أطلـق عليـه اسـم *Basiroides nortoni* والنوع الآخـر يتبـع الجـنس *Tylenchus* وهـو *T. hageneri* والـتي غير اسم الجنس Brzeski إلى الجنس *Filenchus*.

ووصف أبو العيد 1970 نوعين من النيماتودا *L. congoensis* من الكونغو وكذلك *L. siddiqii* من الهند.

3- 2. وصف أنواع جديدة من النيماتودا غير متطفلة على النبات
Description of new non- plant parasitic species

في الجزائر تم وصف النوعين *Monhystera coomansi* (Jacobs, and Heyns ,1992) و *Oncholaimus sahariensis* (Coomans and Heyns, 1983) . وفي تـونس تم وصف نوع جديد من نيماتودا تقطن التربـة في أحـد بسـاتين الزيتـون تتبـع الجـنس *Zeldia* وأطلـق عليهـا اسـم *Z. brevicauda* (Bostrom, 1985). أمـا فـى السـودان فقـد قـام Zeidan and Geraert, (1990a, 1989) بوصـف ثلاثـة من أنـواع النيمـاتودا الحـرة التـى تتبـع لثلاثـة أجنـاس مختلفـة وهـي : *Rhodolaimus ritae* و *Monhystera unchigubernaculum* و *Eumonhystera sudanensis* من برك للمياه الراكدة فـى أمـاكن غـير مزروعـة في غـرب السـودان. وفي ليبيـا تم وصـف النـوع *Apoleptonchus ziauddini* (Siddiqi, 1981) . وفي مـصر وصـف Andrássy ثلاثـة أنـواع مـن النيمـاتودا منهـا *Mesodorylaimus aegypticus* (Andrássy , 1958) ←

3- 3. تعريف سلالات جديدة من نيماتودا النبات

Determination of new phytonematode races

أما بالنسبة لتحديد سلالات جديدة من أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات، فقد تم تعريف سلالة جديدة لنيماتودا ثآليل الحنطة *Anguina tritici* في العراق باستخدام الصفات المورفولوجية للطور اليرقي الثاني (اسطيفان وآخرون، 2000) . وفي مسح للنيماتودا الحوصلية *Heterodera latipons* في مناطق زراعة الشعير في الأردن، تم تحديد ثلاث عزلات بالطرق المورفولوجية من ثلاث مناطق جغرافية "الرمثا ومادبا والكرك" وأوضحت الدراسة تفاوتا في قدرتها الإمراضية لصنفين من الشعير (رم ، واكساد 176) (Abed *et al*., 2004). وفي دراسة مماثلة في السعودية تمت خلالها تحديد سلالة يعتقد أنها مختلفة عن نيماتودا حوصلات الحبوب (*Heterodera avenae* (CNN باستخدام العوائل والأصناف النباتية المفرقة (Al-Hazmi *et al*., 2001).

وفي مجال استخدام الطرق الجزئية في تعريف أنواع وسلالات نيماتودا النبات استطاع الرحياني ومطاوع (2003) التعرف الدقيق على خمس عشائر من النيماتودا الحوصلية *Heterodera avenae* تم جمعها من حقول قمح في المنطقة الوسطى للمملكة العربية السعودية. وكذلك أظهرت هذه الدلائل الجزئية تشابهاً وراثياً في بعض العشائر واختلافا في العشائر الأخرى وقد يعكس هذا التشابه أو ذاك التباين امراضية هذه العشائر(AL-Rehiayani and Motawei, 2003).

3- 4. دراسة العلاقة الفايلوجينية بين أنواع نيماتودا النبات

Study of phylogenetic relationship among phytonematode species

وأما بالنسبة لدراسة علاقة الأنواع ببعضها فقد كانت الدراسات العربية محدودة في هذا المجال. ففي دراسة تم استحداث شجرتين ضمتا عددا من أنواع نيماتودا التقرح؛ الأولى كانت بالاستناد على الصفات المورفولوجية، أما الأخرى فقد استحدثت باستخدام الصفات البيولوجيه الجزئية لجزء من الجين الرايبوسومي المعروف بـ 26S rDNA، وجرى في هذه الدراسة أيضا التحليل اللازم لمعرفة مدى توافق الشجرتين والتي أعطت فكرة عن

أن بعض الصفات المورفولوجية قد لا تعكس العلاقة بين هذه الأنواع (Al-Banna *et al.*,
.(1997

References المراجع .5

اسطفان، زهير، محمد صادق حسن، علي إبراهيم حمادي وباسمة جورج انطون. **2000**.
سلالة جديدة لنيماتودا ثآليل الحنطة *Anguina tritici* وحساسية بعض أصناف
الحنطة لهذه السلالة. مجلة الزراعة العراقية، 5 (6) : 1- 6.

Abdalla, S. D. A. 2000. Systematics of plant parasitic nematodes from Sudan. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gezira, Abuharaz, .143 pp.

Abed, A., A. Momany, and L. Al Banna. 2004. *Heterodera latipons* attacking barley in Jordan. Phytopathologia Mediterranea, 43: 311-317.

Aboul-Eid, H. 1970. Systematic notes on *Longidorus* and *Paralongidorus*. Nematologica, 16, 2: 159-179

Al-Banna, L., and S. L. Gardner. 1993. Three nematode species from endemic grape in California (*Vitis*). Proceedings of the Helminthological Society of Washington, 60: 243-249.

Al-Banna, L., and V. M. Williamson, and S. L. Gardner. 1997. Phylogenetic analysis of nematodes of the genus *Pratylenchus* using nuclear 26S rDNA. Molecular Phylogenetics and Evolution, 7:94-102.

AL-Hazmi, A. S., R. Cook and A. A. M Ibrahim. 2001. Pathotype characterization of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae*, in Saudi Arabia. Nematology, 3(4), 379-382.

AL-Rehiayani, S. and M. Motawei. 2003. Identification of cereal cyst nematodes in central Saudi Arabia using rDNA internal transcribed spacer region and RAPD markers. Journal of Advances in Agricultural Research, 8(3) 397-407

Andrassy, I. 1958. Ergenisse der zoologischen Aufsammlungen des Ungarischen Naturwissen-schaftlichen Museums in Agypten in Jahre 1957. 2. Nematoden aus agyptischen Gawassem. Annales, Historico-Naturales Hungarici 9: 135-150

Bostrom, S. 1985. A new species of *Zeldia* Thorne (Nematoda: Cephalobidae) from Tunisia. Nematologia Mediterranea, 13: 67-71.

Coomans, A. and J. Heyns, 1983. *Oncholaimus sahariensis* sp.n. (Nematoda) from the Algerian Sahara. *Hydrobiologia* 107, 193-201.

Decker, H. and E. M. Elamin. 1978. *Paratrophurus kenanae* n. sp. (Nematoda : Trophurinae) aus der D. R. Sudan. 4 Vortrag-stag. Aktuelle probleme der Phytonematologie, Rostock, 8.6.1978 , pp 91-95.

Decker, H. A. M. Yassin. and E. M. Elamin. 1975. Zur Gatting *Paratrophurus Arias*. 1970 (Nematoda : Dolichdoridae). – Ber 1. Vortragstag. "Aktuelle probleme der Phytonematologie" Rostock, 29. 5. 1975, 89-105.

De Ley, P. and M. Blaxter. 2002. Systematic position and phylogeny. In: D. L. Lee (ed) The Biology of Nematodes. Taylor and Francis. London: 1-30.

De Ley, P. and M. Blaxter. 2004. A new system for Nematoda: combining morphological characters with molecular trees, and translating clades into ranks and taxa. Nematology Monographs and Perspectives, 2004: 633-653.

De Ley, P., W. Decraemer and A. Eyualem. 2006. Introduction, summary of present knowledge and research addressing the ecology and taxonomy of freshwater nematodes. Pp 3-30. In: Eyualem-Abebe, Andrássy, I. & Traunspurger, W. (Eds). Freshwater Nematodes, Ecology and Taxonomy. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Elmiligy, 1. A. 1970. Three new species of the genus *Helicotylenchus* Steiner, 1045 (Hoplolaiminae: Nemaloda). Meded. Fac. Landbouw. Rijksuniv. Gent, 35: 1099— 1106.

Elmiligy, 1. A. 1971. Two new species of Tylenchidae: *Basiroides nortoni* n. sp. and *Tylenchus hageneri* n. sp. (Nematoda: Tylenchida). Journal of Nematology, 3: 108-112.

Fortuner, R., E. Geraert, M.Luc, A. R. Maggenti and D. J. Raski. 1987. A reappraisal of Tylenchina . Revue de Nematologie, 188pp.

Germani, G., C. Scotto La Massese. 2002. Description of four new species and two populations of *Rotylenchus* (Nematoda: Hoplolaimidae). Nematologia Mediterranea, 30: 203-208.

Handoo, Z. A and I K A Ibrahim. 2002. Description and SEM observations of a new species of cyst nematode *Heterodera goldeni* (Nematoda: Heteroderidae) attacking *Panicum coloratum* in Egypt. Journal of Nematology, 34 (4): 312-318.

Hashim, Z. 1984. Description of *Tylenchorhynchus teeni* n.sp. and observations on *Rotylenchus cypriensis* Antoniou, 1980 (Nematoda: Tylenchida) from Jordan Systematic Parasitology, 6: 33-38.

Hashim, Z. 1983. Description of *Pratylenchus jordanensis* n. sp. (Nematoda : Tylenchida) and notes on other Tylenchida from Jordan. Revue de Nématologie, 6, (2): 187-192.

Jacobs, L.J. and J. Heyns . 1992. Morphology of *Monhystera coomansi* sp.n. from Algeria (Nematoda: Monhysteridae). Nematologica, 38: 1-21.

Lamberti, F.; A. Agostinelli, P. Castillo. A. Gomez Barcina . 1992. Descriptions of six new species of *Xiphinema* (Nematoda, Dorylaimida) from the Mediterranean region. Nematologia Mediterranea, 20: 125-139.

Loof, P.A.A. and A.M. Yassin. 1970. Three new plant parasitic nematodes from the Sudan, with notes on *Xiphinema basiri,* 1959. Nematologica, 16, 537 - 546.

Loof, P.A.A. 1982. Two new species of Longidoridae (Dorylaimida) from Saudi Arabia. Nematologica, 28: 307-317.

Maggenti, A. 1991. Nemata : Higher classification. In: Manual of Agricultural Nematology, ed. Nickle, W. R., 1991. New York, NY: Marcel Dekker. 1035 p.

Rammah, A. and H. Hirschmann. 1990. *Meloidogyne morocciensis* n. sp. (Meloidogyninae), a Root-knot Nematode from Morocco. Journal of Nematology, 22: 279-291.

Shafiee, M.F. and F. Koura 1969. *Hoplolaimus aegypti* n. sp. (Hoplolaimidae: Tylenchida: Nematoda) from U.R. A. Zoological Society Egypt Bulletin, 22: 117-120, 1969

Siddiqi, M.R. 1963a. *Trichodorus* spp. (Nematoda: Trichodoridae) From Tunisia and Nicaragua. Nematologica, 9: 69-75.

Siddiqi, M. 1963b. *Helicotylenchus mucronatus* n. sp. and *H. tunisiensis* n. sp. (Nematoda: Hoplolaiminae). Nematologica, 9: 386-390.

Siddiqi, M.R. 1981. Six new genera of Dorylaimid Nematodes. Nematologica, 27: 397-421.

Stephan, Z. A. 1988. New race of *Meloidogyne javanica* from Iraq. International Nematology Network Newsletter, 5(1): 21

Tarjan, A.C. 1964. Two New Mucronate-Tailed Spiral Nematodes (*Helicotylenchus*: Hoplolaiminae). Nematologica, 185-191.

Vovlas, N., N., Greco and M. Di . Vito. 1985. *Heterodera ciceri* sp. n. (Nematoda: Heteroderidae) on *Cicer arietinum* L. from Northern Syria. Nematologia Mediterranea, 13:239-252.

Waele, D. DE., and Z. Hashim .1984. *Trichodorus orientalis* n. sp. (Nematoda: Trichodoridae) from Jordan and Iran. Systematic Parasitology, 6: 63-67.

Yassin A. M. and A. B Zeidan. 1979. Root-Knot nematodes in the Sudan. Proc. Planning Conf. on *Meloidogyne* spp., Region VI, Athens Greece, 26-30, Sept. 1979.

Yassin A. M. and Zeidan, A. B. 1982. Root-Knot nematodes in the Sudan. IMP 3rd P1; Conf. Region VII, Coimbra, Portugal, 13-17 Sept. 1982.

Zeidan, A. B. and F. S. Elamin. 2006. Description of the Sheath Nematode, *Hemicycliophora asalaya* sp.n. Hemicycliophoridae (Nemata : Criconematidae) from Sudan. Sudan J. Agric. Res., 7 : 73-80.

Zeidan, A. B. and E. Geraert. 1989. Free-living nematodes from Sudan. Nematologica, 35: 277-304.

Zeidan, A. B. and E . Geraert. 1990a. Monhysteridae from Western Sudan with descriptions of two new species (Nematoda : Monhysterida). Nematologica, 35 : 379-398.

Zeidan, A.B. and E. Geraert. 1990b. *Helicotylenchus* from Sudan with description of two new species (Nematode: Tylenchida). Nematologia Mediterranea, 18:33-45.

Zeidan, A. B. and Geraert, E. 1991a. *Aphelenchoides, Aphelenchus and Paraphelenchus* from Sudan with the description of two new species (Nemata : Tylenchida). Revue Nematol., 14 : 221-229.

Zeidan, A. B. and Geraert, E. 1991b. *Pratylenchus* from Sudan, with the description of two new species. Nematologica, 37 : 420-438.

الباب الثاني
نيماتودا النبات في البلدان العربية

الفصل الخامس: تطور نيماتودا النبات في البلدان العربية
وليد أبوغربية (الأردن)، حمدي زكي أبو العيد (مصر)، فهد عبد الله اليحيى (السعودية)، سميرة حمدان سيلامي (الجزائر).

الفصل السادس: أضرار نيماتودا النبات وأهميتها الاقتصادية في البلدان العربية
أحمد سعد الحازمي (السعودية)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن).

الفصل السابع: نيماتودا تعقد الجذور: 1. الأنواع والسلالات والتوزيع
موفق رمضان كراجة (الأردن)، سميرة حمدان سيلامي (الجزائر).

الفصل الثامن: نيماتودا تعقد الجذور: 2. إحيائية النيماتودا
أحمد سعد الحازمي (السعودية)، خليفة حسين دعباج (ليبيا)، موفق رمضان كراجة (الأردن)، صالح نعمان النظاري (اليمن).

الفصل التاسع: نيماتودا تعقد الجذور: 3. الأضرار، الخسائر، والمكافحة
زهير عزيز اسطيفان (العراق)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن).

الفصل العاشر: نيماتودا الحوصلات
أحمد عبد السميع دواية (السعودية)، خالد محمد خير العسس (سورية)، السيد أبو المعاطي السيد (مصر).

الفصل الحادي عشر: نيماتودا تقرح الجذور والنيماتودا الكلوية
أحمد أحمد عثمان (مصر)، أحمد السيد إسماعيل (مصر).

الفصل الثاني عشر: نيماتودا ثآليل الحبوب
زهير عزيز اسطيفان (العراق)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن).

الفصل الثالث عشر: نيماتودا السيقان والأبصال والبراعم والأوراق
خالد محمد خير العسس (سورية)، سميرة حمدان سيلامي (الجزائر)، زهير عزيز اسطيفان (العراق).

الفصل الرابع عشر: النيماتودا خارجية التطفل على الجذور
أحمد السيد إسماعيل (مصر)، موفق رمضان كراجة (الأردن)، عبد المجيد ياسين (السودان).

الفصل الخامس عشر: نيماتودا الحمضيات/ الموالح
محفوظ محمد مصطفى عبد الجواد (مصر)، فهد عبد الله اليحيى (السعودية)، زهير عزيز اسطيفان (العراق)، وليد إبراهيم أبوغربية (الأردن).

الفصل الخامس

تطور نيماتودا النبات في البلدان العربية

Development of Phytonematology in the Arab Countries

وليد إبراهيم أبو غربية [1] ، حمدي زكي أبو العيد [2] ،
فهد عبد الله اليحيى [3] و سميرة حمدان سيلامي [4]

(1) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان ، الأردن.
(2) المركز القومي للبحوث، شارع التحرير، الدقي، الجزيرة، مصر.
(3) كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.
(4) فرع علم النبات، المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية، الحراش، الجزائر.

المحتويات

1. مقدمة	Introduction
2. عرض تاريخي	Historical review
3. تطور علم النيماتودا الحديث	Development of modern phytonematology
4. تطور نيماتودا النبات في البلدان العربية	Development of phytonematology in the Arab countries
5. المؤلفات المتخصصة في مجالات نيماتودا النبات	Phytonematology publications
6. معوقات تطور علم نيماتودا النبات في البلدان العربية.	Obstacles of phytonematology development in the Arab countries
7. الخلاصة	Conclusion
8. المراجع	References

1. مقدمة Introduction

حدث تطور كبير في علم أمراض النبات العام Phytopathology خلال المائة سنة الأخيرة، إذ اجتذب هذا العلم أعدادا متزايدة من المختصين في جميع دول العالم، واكب ذلك تولد كم ضخم من المعلومات، أدى إلى التوجه نحو التخصص الدقيق وفق مسببات الأمراض الإحيائية المختلفة. ومن هنا فقد نشأت علوم أمراض النبات المتسببة عن الفطريات، والبكتيريا، والفيروسات، والنيماتودا، وغدا كل واحد منها علماً قائماً بذاته.

تشكل النيماتودا إحدى مجموعات الكائنات الحية المهمة التي تقطن التربة حول جذور النباتات، والتي كثيراً ما تلعب دوراً حيوياً مهماً في نمو النباتات وتطورها وإنتاجيتها. وتشير المعلومات والتقديرات إلى أن هذه الديدان تتواجد أيضاً في المياه العذبة، والمياه المالحة، وحيثما يتوفر الغذاء العضوي المناسب لها، ابتداءً من قطبي الكرة الأرضية حتى خط الاستواء. ولقد أشار Cobb (وهو الأب الروحي لعلم النيماتودا في الولايات المتحدة) في مقولته المأثورة "بأن هذه المجموعة من الأحياء (النيماتودا) عديدة جداً، وواسعة الانتشار جداً، بحيث لو استبعد كل ما هو موجود على الأرض من أحياء عداها،.. فإننا سوف نكتشف بأن جبال العالم وتلاله وأوديته وأنهاره وبحيراته ومحيطاته مغطاة بفيلم (غشاء رقيق) من النيماتودا ...". وكما تم ذكره سابقاً يعتقد بأن حوالي 10٪ فقط من هذه النيماتودا يمكن أن تتطفل وتحصل على غذائها من النباتات.

يُعد الأمن الغذائي أحد المتطلبات الرئيسية والضرورية لمعيشة الأمم، فالأمة التي تملك غذاءها تملك قرارها ومصيرها، لذلك تسعى الأمم إلى تحسين أمنها الغذائي. ولكنّ هذه العملية محاطة بكثير من المعوقات والمشاكل، ومن أهمها الآفات والأمراض النباتية. لذلك كان من الضروري معرفة هذه المشاكل ودراستها من كافة جوانبها، واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من انتشارها وتقليل الخسائر الاقتصادية الناجمة عنها.

2. عرض تاريخي Historical review

قد يتساءل المرء، متى نشأت هذه الأحياء التي سميت فيما بعد بالنيماتودا؟ ، ومتى وجدت؟ وما هو أصلها؟، وكيف تأتى أن أصبح بعضها قادراً على الحصول على غذائه من النباتات؟. في حقيقة الأمر فإنه يصعب تتبع وقت ظهور النيماتودا على الكرة الأرضية، غير أن الدراسات وأبحاث المتحجرات الأحفورية Fossil excavations ، والروابط (العلاقات) الافتراضية Assumptuous linkages للأحياء الدقيقة المتعاقبة تدعو إلى الافتراض بأن هذه النيماتودا قد نشأت منذ أكثر من 600 مليون سنة؛ أي قبل وجود النباتات على الكرة الأرضية بوقت طويل. وهذا يعني أن مقدرة النيماتودا على التطفل على النباتات جاءت في وقت متأخر في مسيرة تطور النيماتودا. ويعتقد بعض العلماء بأن النيماتودا نشأت في مياه المحيطات، وكانت تحصل على الطاقة بالتغذية على البكتيريا وبعض الأحياء الدقيقة الأخرى المتواجدة في مياه المحيطات. ولدى انكشاف اليابسة فيما بعد، تمكنت بعض أنواع النيماتودا من الانتقال إليها والتغذية على البكتيريا والأحياء الدقيقة الأخرى الموجودة في مياه التربة العذبة. تطورت أنواع من هذه النيماتودا بعد ذلك، وحدثت لها بعض التغيرات التركيبية والفسيولوجية، مما مكنها من التطفل على مكونات البيئة الحيوانية، في حين توجهت أخرى إلى مكونات البيئة النباتية. وبالنسبة لنيماتودا النبات، فقد طورت لنفسها رمحاً Stylet تخترق به خلايا النبات وأنسجته لتحصل منها على الغذاء اللازم لنموها وتطورها وتكاثرها.

أشارت بعض التقارير الطبية المصرية واليونانية والرومانية القديمة إلى أن النيماتودا وجدت علي الأرض منذ أكثر من 6500 سنة (أي 4500 سنة قبل الميلاد). وقد كان من المتوقع أن تكتشف النيماتودا المتطفلة على الحيوان قبل تلك التي تتطفل على النبات. ويعود السبب في ذلك إلى ضخامة حجم عدد كبير من المتطفلات الحيوانية التي ترى بالعين المجردة، بينما تعد جميع أنواع النيماتودا النباتية ميكروسكوبية (مجهرية) الحجم بسبب ضآلة قطرها إلى ما دون 50 ميكرون. ولذلك فقد عرفت دودة الأسكارس (نيماتودا أو دودة الأمعاء الاسطوانية) *Ascaris lumbricoides* في حوالي عام 1550 قبل الميلاد. في حين كان أول تسجيل لنيماتودا النبات عام 1743م، أي بعد اكتشاف الميكروسكوب الضوئي (في منتصف القرن السابع عشر) بحوالي مائة سنة. وقد كان ذلك التسجيل في انجلترا عن

طريق رجل الدين Needham الذي اكتشف نيماتودا ثآليل القمح *Anguina tritici* . أما التسجيل الثاني لنيماتودا النبات فقد كان بعد أكثر من مئة سنة أخرى (أي في العام 1855) على يد العالم Berkeley في انجلترا أيضاً، وهو الذي عرف فيما بعد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp على جذور نباتات الخيار النامية في البيوت الزجاجية. وبعد سنتين من ذلك، اكتشف العالم الألماني Kühn نيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus dipsaci* على إحدى نباتات الزينة المسماة Teasel . وفي ألمانيا أيضا، اكتشف العالم Schacht في سنة 1859 نيماتودا مهمة أخرى وهي نيماتودا حوصلات الشوندر (البنجر) السكري *Heterodera schachtii*. ومن هنا يتبين لنا بأن دول أوروبا الغربية كانت سباقة في التعرف وإجراء البحوث على نيماتودا النبات في النصف الثاني من القرن التاسع عشر. وقد عرفت آنذاك أمراضاً نيماتودية ذات أبعاد اقتصادية مهمة مثل نيماتودا حوصلات الشوندر السكري التي تسببت في إغلاق نصف مصانع الشوندر السكري في شمال أوروبا، نتيجة لنقص الكميات المنتجة من الشوندر بسبب مباشر للإصابة بهذه النيماتودا. كما كان لنيماتودا حوصلات البطاطس *Globodera rostochiensis* دورٌ هامٌ في هجرة سكانية مهمة من شمال أوروبا الغربية إلى الولايات المتحدة (Jenkins and Thorne, 1961؛ Taylor, 1967؛ Barker, 2003).

3. تطور علم النيماتودا الحديث

Development of modern phytonematology

استمرت الدراسات والأبحاث في مجال النيماتودا في البلدان الأوروبية في النصف الأول من القرن العشرين، وظهر علماء بارزون ساهموا مساهمة كبيرة في تطور هذا العلم مثل T. Goodey في انجلترا، و Filipjev في روسيا، وآخرون. وقد أسفرت البحوث والدراسات والمشاهدات العلمية عن كم هائل من المعلومات نتج عنها نشر البحوث وتأليف الكتب وإصدار الدوريات العلمية المتخصصة التي نورد فيما يأتي بعضاً منها:

Afro –Asian Journal of Nematology
Current Nematology
Egyptian Journal of Agronematology

Helminthological Abstracts (B) Plant Nematology
Indian Journal of Nematology
International Journal of Nematology
International Nematology Network Newsletter
Journal of Helminthology
Journal of Nematology
Nematologia Mediterranea
Nematology
Nematropica
Pakistan Journal of Nematology
Phytonematology
Plant Nematology
Proceedings of the Helminthological Society of Washington
Review de Nematologie

أما بالنسبة للولايات المتحدة الأمريكية، فقد بدأ فيها العمل البحثي والاهتمام العلمي بنيماتودا النبات متأخراً نوعاً ما عن أوروبا. وقد كان ذلك على يد العالم الأكثر شهرة N.A. Cobb الذي كان أول أمريكي يزور أوروبا ويتعرف على إنجازاتها في هذا المضمار، ويعود بعد عدد من السنين لينشئ قسم النيماتودا Nematology Section في أكبر محطة تجارب في الولايات المتحدة في Beltsville بولاية ميريلاند عام 1933. وكان للعلامة Cobb دورٌ مركزيٌ في تطوير تخصص النيماتودا، حيث نشر أكثر من 150 بحثاً علمياً وعدداً من الكتب القيمة، كما تدرب على يديه عدد كبير من تلامذته الذين أصبحوا رواد علم النيماتودا في الولايات المتحدة ومن ثم في العالم. ومن أجل ذلك فقد تمت تسمية العالم Cobb بأبي علم النيماتودا Father of Nematology عن جدارة واستحقاق. ويعتقد البعض بأن البداية الحقيقية لعلم النيماتولوجي كانت منذ عام 1933 أي عند تأسيس قسم النيماتولوجي في وزارة الزراعة الأمريكية في ولاية ميريلاند. وقد شجع على ذلك ظهور مشكلتين زراعيتين رئيسيتين في الولايات المتحدة؛ أولاهما ظهور نيماتودا حوصلات البطاطس لأول مرة في القارة الأمريكية في جزيرة Long Island قبالة نيويورك، مما أجبر الحكومة الفيدرالية على اتخاذ إجراءات احترازية ضخمة لمنع انتشار هذه الآفة إلى مناطق إنتاج البطاطس في أمريكا. أما المشكلة الثانية، فقد برزت إثر ظهور مرض التدهور السريع

على الحمضيات Quick decline of citrus المتسبب عن الإصابة بالنيماتودا *Radopholus citrophilus* التي بدأت تجتاح بساتين الحمضيات في ولاية فلوريدا. وقد استوجب ذلك تدخل الحكومة الفيدرالية لحصر النيماتودا في أماكن تواجدها، وأعلنت ولاية فلوريدا ولاية منكوبة Disaster State.

ومنذ ذلك الوقت، تعاظم الاهتمام في تخصص النيماتودا، وأصبح يدرس في الجامعات للحصول على درجات الماجستير والدكتوراه، وتجرى فيه البحوث العلمية من قبل المتخصصين في مجال النيماتولوجي (بدلاً من المتخصصين في الأمراض النباتية) الذين شكلوا النواة الأولى من العاملين في هذا المجال. ولقد كانت هناك محطات مهمة أخرى ساهمت في تثبيت كيان هذا العلم وأعطته الزخم اللازم، ومنها:

1- في سني الأربعينيات والخمسينيات من القرن الماضي، تم اكتشاف عدد من المبيدات الكيميائية المدخنة التي تقتل النيماتودا Nematicides بفاعلية عالية، ومنها مخلوط D-D، وثنائي بروميد الإيثيلين EDB، والنيماجون DBCP. وهذه المبيدات تقتل النيماتودا دونما التأثير على مسببات الأمراض الأخرى مثل الفطريات وسواها كما في حالة المبيد الشامل Biocide بروميد الميثايل. وقد كان لهذه الخاصية أهمية كبيرة في إثبات مقدرة النيماتودا منفردة على إحداث أضرار جسيمة واقتصادية بالمحاصيل الزراعية وإنتاجيتها بعيداً عن تأثيرات مسببات الأمراض الأخرى.

2- في العام 1951 ، استطاع Christie and Perry إثبات مقدرة بعض أنواع نيماتودا النبات المتطفلة خارجياً Ectoparasites على إحداث حالة مرضية مهمة للنباتات، مما أضاف أعداداً من النيماتودا إلى قائمة النيماتودا الممرضة للنباتات ذات التأثير الجوهري على إنتاج المحاصيل الزراعية الاقتصادية.

3- وفي عام 1958 أثبت العالم Raski ومساعدوه مقدرة النيماتودا على نقل الفيروسات النباتية Virus vectors من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة، مما زاد كثيراً من قيمة دائرة الضرر الاقتصادي الذي تحدثه النيماتودا للمحاصيل الزراعية.

4- منذ عام 1955 بدأ إنشاء الجمعيات العلمية المهنية في تخصص النيماتودا، حيث بدأت الجمعية الأوروبية لعلماء النيماتودا ESN، تلتها جمعية النيماتولوجيين الأمريكية

SON، وهكذا إلى أن أصبح موجوداً الآن أكثر من عشرين جمعية على المستوى الوطني والإقليمي والدولي. وكذلك فقد بدأ إصدار المجلات العلمية الدورية في مجال النيماتودا، معظمها تحت مظلة الجمعيات العلمية، ومثال ذلك؛ Nematology، و J. Nematology، وNematropica، وغيرها.

5- وفي السبعينيات من القرن الماضي، ظهرت مجموعة من المبيدات العضوية الفوسفورية والكربماتية غير المدخنة التي طال انتظارها لكي يتمكن المزارع من معاملة النباتات الحية بالري أو الرش لمكافحة النيماتودا، ومن ثمّ الاستغناء عن عملية تبخير التربة المعقدة والمكلفة قبل الزراعة.

6- ومن العلامات الفارقة المهمة أيضاً إثبات العلاقة المعقدة Complexes بين النيماتودا وممرضات التربة الأخرى، والتي يجري بموجبها تفاقم شدة الإصابة أو حتى فقدان مقاومة المحاصيل الزراعية لبعض مسببات الأمراض النباتية الأخرى.

7- وأخيرا، فمن التطورات المهمة الأخرى إنتاج الأصناف المقاومة من المحاصيل الحساسة لبعض أنواع النيماتودا. وكذلك النجاح في استحداث عدد كبير من التقنيات الحديثة في أساليب البحث العلمي الخاص بالنيماتودا، أهمها ما يتعلق باستخدام أساليب وأدوات البيولوجيا الجزيئية.

4. تطور نيماتودا النبات في البلدان العربية

Development of phytonematology in the Arab countries

4- 1. وادي النيل

4- 1- 1. جمهورية مصر العربية

بدأت الدراسات النيماتودية فى مصر فى بداية القرن العشرين، عندما وصف Preyer نيماتودا تعقد الجذور على نباتات الموز قرب الإسكندرية عام 1901 وبعد ذلك بثلاثين عاما نشر فهمي وفكري وميلشرز ودوس من مصلحة وقاية المزروعات التابعة لوزارة الزراعة المصرية العديد عن إصابات نيماتودا تعقد الجذور علي عوائل نباتية مختلفة في

مصر. إلا أن الاهتمام بدراسة آفات النيماتودا قد بدأ عام 1946 في كلية الزراعة جامعة القاهرة (جامعة فؤاد الأول في ذلك الوقت)، حيث رأى الأستاذ الدكتور حامد سليم سليمان عميد الكلية وأستاذ علم الحشرات الاقتصادية بها في ذلك الوقت بأن تلك الكائنات الحيوانية الدقيقة (النيماتودا) التي تعيش بصفة دائمة في التربة وبأعداد هائلة سوف تكون في المستقبل من أهم الكائنات الحيوانية التي تفوق الحشرات وأمراض النبات في تهديدها لزراعة الكثير من المحاصيل الزراعة الاقتصادية، فأوفد المعيد /بكير عباس عطيفة الى الولايات المتحدة الأمريكية للتخصص في مجال نيماتودا التربة والنبات، والذي بدأ مهمته العلمية منذ عام 1947، والتحق كطالب دراسات عليا بالمدرسة العلمية للنيماتولوجي بجامعة ميريلاند، التي تم إنشاؤها بالتعاون مع محطة البحوث الزراعية لوزارة الزراعة الأمريكية في بلتسفيل بولاية ميريلاند تحت إشراف عالم النيماتودا Steiner وزميله Chitwood. وكان عطيفة وثلاثة من زملائه الأمريكيين هم: A. Tarjan، وJ. Sasser أول من حصلوا علي درجة الدكتوراه في مجال النيماتولوجي علي مستوي الولايات المتحدة الأمريكية. وعاد الدكتور بكير عطيفة إلى مصر في عام 1953 (Oteifa, 1953) كأول مصري وعربي يحمل درجة الدكتوراه في النيماتولوجي ليبدأ مشواره الطويل في تأسيس مجال علوم النيماتودا في مصر. وقد التحق بعد رجوعه بفرع علم الحيوان الزراعي بقسم الحشرات الاقتصادية بكلية الزراعة بجامعة القاهرة، حيث اعتبرت الفترة ما بين 1953 وحتى 1965 فترة بناء الكوادر العلمية والتعريف بأهمية نيماتودا التربة والنبات في الإنتاج الزراعي وقد تطلب الأمر في ذلك التركيز علي المحاور الثلاثة التالية:-

1. إعداد العدد المناسب من الكوادر العلمية عن طريق الإشراف على طلاب الدراسات العليا ومنحهم الدرجات الجامعية في هذا المجال. وكان داود الجندي، وفاروق الشافعي أول من حصلوا على درجات جامعية عليا تحت إشراف الدكتور بكير عطيفه (ماجستير 1956 ثم دكتوراه 1959 للأول، وماجستير للثاني 1956 م) من جامعة القاهرة.
2. إعداد وتنظيم المقررات الدراسية لمرحلتي البكالوريوس والدراسات العليا في مجال علوم النيماتودا مع توفير المراجع العلمية باللغة العربية والأجنبية.

3. إجراء البحوث العلمية وعمل التجارب الحقلية للتعرف على أنواع تلك الآفات وتوضيح ما تسببه من أضرار وكيفية مكافحتها والإقلال من الخسائر التي تسببها.

وقد نجح الدكتور بكير عطيفة في تلك الفترة في جذب العديد من الدارسين والباحثين من خارج جامعة القاهرة إلى التخصص في علوم النيماتودا بفضل انتدابه للعمل بعض الوقت في المركز القومي للبحوث حديث الإنشاء في ذلك الوقت بمدينة القاهرة (أنشيء عام 1956)، وتسجيلهم للدراسات العليا بجامعة القاهرة، وكان من أوائل من درس علي يديه في هذا المركز/ خليل دياب، ووداد مصطفي جاب الله، وإسماعيل المليجي، وحمدي أبو العيد، ومحمد فهمي عيسي، وفكري فؤاد موسي. كما انتدب الدكتور عطيفة أيضا للعمل بعض الوقت في معهد بحوث أمراض النباتات بمركز البحوث الزراعية بوزارة الزراعة المصرية، وكان من أوائل من تتلمذ علي يديه عبد التواب شعراوي، وصلاح العراقى، وأحمد صلاح الدين غراب، وميشيل عجايبى. ومن تلامذته الأوائل فى جامعة أسيوط؛ سعد الشرقاوي، وأحمد عبد المجيد سالم. وقد كللت جهود الدكتور بكير عطيفه في تلك الفترة عام 1965 بإنشاء وحدة بحثية في مجال النيماتودا بكلية الزراعة بجامعة القاهرة أطلق عليها اسم مركز بحوث النيماتولوجي، وتشغل الوحدة مساحة حوالي فدان تمثل المعامل المختلفة، وصوب زجاجية وسلكية، وأحواض أسمنتية، وحقل للتجارب. ويدير تلك الوحدة الآن الأساتذة والباحثين في مجال تخصص علوم نيماتودا النبات، وأضيف إليها مؤخرا تخصص علوم نيماتودا الحشرات والعاملين فيه من أعضاء هيئة التدريس والمعيدين بقسم الحيوان والنيماتولوجيا الزراعية بجامعة القاهرة. وقد تزامن مع جهود الدكتور عطيفة في ذلك الشأن، واعتبارا من عام 1962 وصول أعضاء البعثات المصرية الأوائل من المبعوثين للحصول علي درجة الدكتوراه في تخصص علوم النيماتودا من الخارج، وكان من أولهم الدكتور فاروق الشافعي ، والدكتور مصطفى عبد الجواد الشريف (جامعة القاهرة)، والدكتور عبد السميع حازم طه (جامعة عين شمس)، والدكتور إبراهيم خيري عتريس (جامعة الاسكندرية) ، والدكتور مصطفي إمبابي (معهد بحوث أمراض النباتات، مركز البحوث الزراعية، وزارة الزراعة) ، وجميعهم حصلوا علي الدكتوراه من الولايات المتحدة الأمريكية، وكذلك الدكتور حمدي أبو العيد (المركز القومي للبحوث) من جامعة جنت

ببلجيكا، والدكتور محمد فهمي عيسي (المركز القومي للبحوث) من جامعة فاجننجن بهولندا، والدكتور فكري فؤاد موسي (المركز القومي للبحوث) من جامعة جنت ببلجيكا. كما انضم إليهم في أزمنة متفاوتة بعد ذلك أجيال أخرى حصلوا علي الدكتوراه من الولايات المتحدة الأمريكية مثل: الدكتور محمد مصطفي شمس الدين (جامعة القاهرة)، والدكتورة سناء أبو سريع هارون (جامعة الفيوم)، والدكتور الشوداقى منصور موسي (جامعة المنوفية). ولقد ساهم العائدون كل في جامعته ومركزه ومعهده ومعهم زملاؤهم من الحاصلين علي الدكتوراه من الجامعات المصرية في تشكيل مدرسة علمية مصرية مميزة في علوم النيماتودا يقترب الآن عدد أعضائها من الحاصلين علي درجة الماجستير والدكتوراه إلى أكثر من مائة باحث في الأفرع المختلفة لعلوم النيماتولوجيا الزراعية وكلهم منتشرون في:

أ- جامعات: القاهرة، وعين شمس، والإسكندرية، وأسيوط، وكفر الشيخ، وقناة السويس (الإسماعيلية)، والمنصورة، وبنها، والزقازيق، وطنطا، ودمنهور، والأزهر، والمنوفية، والفيوم، والمنيا، وجنوب الوادي بسوهاج.

ب- المركز القومي للبحوث.

ج- مركز البحوث الزراعية (التابع لوزارة الزراعة) ممثلاً في قسم بحوث النيماتودا بمعهد بحوث أمراض النباتات بصفة رئيسية. كما توزّع عدد قليل من المتخصصين في بعض المعاهد الأخرى التابعة للمركز مثل: معهد بحوث وقاية النبات، و المعمل المركزي للمبيدات.

د- مركز البحوث والرقابة الدوائية (وزارة الصحة) .

هـ - معامل التحاليل التابعة لوزارة الزراعة والمحافظات والحكم المحلى.

وقد أنجزت تلك المدرسة العلمية المتميزة العديد من الأبحاث المنشورة فى دوريات علمية أجنبية ومحلية متخصصة، علاوة على الأبحاث التي تلقى فى المؤتمرات العلمية والدولية والإقليمية والعربية والمحلية، كما أنها مازالت تقوم بإنجازاتها فى المهام التالية:.

1- مسح الأراضي الزراعية القديمة وحديثة الاستصلاح للتعرف على درجة تلوثها بالآفات النيماتودية وتحديد أنواعها وكثافتها العددية.

2- اختبار كفاءة الطرق المستخدمة للحد من تكاثر النيماتودا ووضع التخطيط الأمثل لمكافحة تلك الآفات عن طريق تطبيق برامج المكافحة المتكاملة.
3- تقديم الخدمات للمزارعين من تحليل للعينات والإشراف على أسلوب المكافحة .
4- توفير الإمكانيات العلمية والمراجع للعاملين فى مجال بحوث النيماتودا بالهيئات العلمية المختلفة.
5- إقامة الندوات والمؤتمرات العلمية المتعلقة بمشاكل النيماتودا.
6- تنفيذ البرامج البحثية التي يتم تمويلها عن طريق الوكالات الدولية والمنح الأجنبية والمحلية.
7- تأسيس الجمعية المصرية للنيماتولوجيا الزراعية، وإصدار مجلتها الدورية Egyptian Journal of Agronematology عام 1997.

وقد صاحب التوسع فى الدراسات النيماتودية فى مختلف الجامعات المصرية ومراكز البحث العلمي والمعاهد الزراعية، توسعٌ في المقررات الدراسية لأفرع علوم النيماتولوجى مثل: تقسيم وتصنيف نيماتودا التربة والنبات والحشرات، ومورفولوجيا وتشريح النيماتودا، والتطفل النيماتودى، والأمراض النباتية الناجمة عن النيماتودا، والمكافحة المتكاملة والمكافحة الحيوية للنيماتودا، وغيرها من فروع وتخصصات العلوم النيماتودية الحديثة مثل تطبيقات البيولوجيا الجزيئية والتكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية. وقد أتاحت الإمكانيات المعملية المتوفرة والقوى البشرية المدربة تنفيذ العديد من المشروعات البحثية الخاصة بمشاكل النيماتودا فى البيئة المصرية.

4- 1- 2. السودان

بدأت دراسات النيماتودا في السودان في بداية القرن العشرين عندما تعرف العالم Daday (1910) على النيماتودا الحرة *Dorylaimus stagnalis* . وبعد خمسة وعشرين عاماً من ذلك، تمكن العالم Schneider (1935) من التعرف على خمسة أنواع أخرى من النيماتودا الحرة. أما دراسة النيماتودا المتطفلة على النباتات في السودان فقد بدأت بعد وصول العالم H. Decker من جمهورية ألمانيا الديمقراطية في العام 1960، وقيامه مع

العالم السوداني أ.م. الأمين برصد ملاحظاتهما حول النيماتودا المصاحبة لبعض النباتات في السودان، وتقديم قائمة بأجناس النيماتودا التي وجداها. وبعد عدة سنوات بدأ الدكتور عبد المجيد ياسين قيادة دراسات النيماتودا المتطفلة على النباتات في السودان عندما تم تأسيس قسم النباتات وأمراضها في محطة أبحاث الجزيرة بواد مدني، وتقديمه قائمة بالنيماتودا المتطفلة علي النباتات (Yassin, 1967a)، كما تقدم بالتعاون مع عدد من علماء النيماتودا من العالم الخارجي الذين بدءوا بزيارة السودان مثل P.A.A. Loof، و M. Oostenbrink، و R. Fortuner ، وM.R Siddiqi. وقد كانت البداية عندما قام Yassin، وOostenbrink، وLoof عام 1970 تنظيم مسوحات لرصد النيماتودا المرتبطة بجذور النباتات المزروعة في المناطق المروية والحشائش خصوصاً في وسط السودان، وكانوا يأخذون عينات التربة والجذور لدراستها فى معامل بلادهم خارج السودان ثم يرسلون نتائجها مرة أخرى للسودان. وعليه، وبعد مرور فترة، قُدِّمت قائمة تدقيق بواسطة Decker (1980)، وYassin، وElamin عام 1980 اشتملت على 78 نوعاً تتبع 23 جنساً من النيماتودا أهمها: نيماتودا تعقد الجذور، ونيماتودا التقرح، ونيماتودا الموالح، والنيماتودا الحافرة، ونيماتودا التقزم، والنيماتودا الخنجرية، والنيماتودا الإبرية، والنيماتودا الحلزونية، والنيماتودا الحلقية، والنيماتودا الكلوية ..... إلخ. وقد شملت تلك الدراسة التعرف على عشرة أنواع جديدة.

وأثناء ذلك، بدأ ياسين فى تطبيق الدراسات البيولوجية والبيئية عن النيماتودا فى السودان بدءاً بدراسة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* sp ومكافحتها كيميائياً. كما قام أيضاً بعمل حصر للخضروات التي تتأثر بها، ثم قام بدراسة النيماتودا الخنجرية *Xiphinema* sp، والإبرية *Longidorus* sp. ودورهما فى نقل الفيروسات النباتية ومدى إصابتهما لأشجار الفاكهة فى السودان. كما قام أيضاً بدراسة نيماتودا التقرح *Pratylenchus* sp. ودورها فى ملازمة فطر الذبول الفيوزاريومى فى القطن وكسر مقاومة القطن وإصابته بالفطر المقاوم له أصلا.

شارك السودان في نشاطات برنامج نيماتودا تعقد الجذور International *Meloidogyne* Project (IMP)، الذي قاده العالم الأمريكي J.N. Sasser ابتداء من العام

1978. وقد شمل هذا البرنامج غالبية أنحاء العالم، وتم تقسيمه إلى سبع مناطق كانت قارة أفريقيا هى المنطقة السابعة Region VII. وعليه قام علماء النيماتودا بجمع المعلومات وتبادلها من خلال مؤتمرات سنوية شارك فيها ياسين و زيدان فى مؤتمرين فى العامين 1979، و1982.

وفى بداية الثمانينيات من القرن الماضي بدأ ياسين برنامجاً للدراسات العليا بالتعاون مع جامعة الجزيرة بمنحة من المجلس القومي للبحوث لعمل دراسات بيولوجية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp فى السودان، ونال زيدان عام 1981 درجة الماجستير على يديه في دراسة عن نيماتودا تعقد الجذور. وقد تضمنت تلك الدراسة التعرف على سلالتين (Races 1&2) للنوع *M. incognita*، ودراسة دورة حياة نيماتودا النوع *M. javanica* ومداه العوائلي، ومكافحتها بالطرق الزراعية والكيميائية.

وفى نهاية الثمانينيات وبداية التسعينيات من القرن الماضي نال زيدان عام 1990 درجة الدكتوراه من جامعة Gent بمملكة بلجيكا حيث درس تصنيف النيماتودا، و أسفرت هذه الدراسة عن زيادة الأنواع المعروفة من النيماتودا المتطفلة نباتياً في السودان إلى 144 نوعاً منها ستة أنواع جديدة. وبعد حوالي عشر سنوات، بدأ زيدان برنامجاً للدراسات العليا تمخض عنه نيل درجة الدكتوراه لدارسين من كلية الزراعة هما عبدالله وبن عوف.

قام زيدان بتأليف كتابين عن تصنيف النيماتودا فى السودان (متطفلة وحرة) شاملاً نتائج الأبحاث التي قام بها حتى العام 2006. ويعد هذان الكتابان أول مرجعين عن تصنيف النيماتودا فى العالم العربي.

4- 2. بلاد الشـــام

4- 2- 1. الأردن

لفتت أعراض نيماتودا تعقد الجذور على جذور محاصيل الخضروات في حقول المزارعين اهتمام مساعد أبحاث أمراض النبات حديث التخرج وليد أبو غربية، عندما تم تعيينه في محطة الفارعة للأبحاث الزراعية التابعة لوزارة الزراعة في وادي الأردن عام 1959، فقام بإجراء دراسات استطلاعية حول هذه المشكلة (أبوغربية، 1963) أقنعته بمتابعة

دراستها فذهب إلى أمريكا وحصل على الماجستير من جامعة Rutgers في ولاية نيوجيرسي. وبعد مرور أربع سنوات من إجراء التجارب والدراسات على أجناس وأنواع النيماتودا وانتشارها في الأردن، ومحاولات مكافحتها، سافر ثانية إلى أمريكا للحصول على درجة الدكتوراه من جامعة فلوريدا عام 1968، و عاد ليعمل في تخصص النيماتودا في دائرة البحث العلمي. ولدى افتتاح أول كلية زراعة في الأردن عام 1973 انتقل للعمل في الجامعة الأردنية، وأسس مختبراً متخصصاً ومتطوراً لأبحاث النيماتودا، وجعل من تخصص النيماتودا مكوناً رئيسياً في قسم وقاية النبات في الكلية. قاد الدكتور أبوغربية مسيرة هذا التخصص في أعمال البحث والتدريس والتدريب والإرشاد، وساعده بعد ذلك عدد من الزملاء من حملة الدكتوراه والماجستير والبكالوريوس عبر أكثر من ثلاثين عاماً.

وفي مجال الأبحاث العلمية في الأردن، استهدفت الدراسات حصر النيماتودا، وبيئية وبيولوجية النيماتودا ومكافحتها، و تركزت الأبحاث على نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* بشكل رئيسي (أبو غربية، 1994) ونيماتودا الحمضيات (الموالح) *T. semipenetrans*، وبدرجة أقل الأجناس *Heterodera*، و*Ditylenchus*، و*Anguina*. أجريت معظم التجارب على المحاصيل المروية مثل الخضروات (خاصة البندورة والخيار والباذنجان) وأشجار الحمضيات والقمح. أما أهم وسائل المكافحة فقد تضمنت استخدام المبيدات الكيميائية، والتعقيم الشمسي للتربة الزراعية، والمكافحة الإحيائية، واستخدام أسلوب الدورة الزراعية.

وبالنسبة للتدريس في كلية الزراعة بالجامعة الأردنية فقد تضمنت الخطة الدراسية طرح مادة مبادئ نيماتودا النبات على مستوى البكالوريوس، ومواد نيماتودا النبات متقدم، وبيئة النيماتودا، وتقسيم النيماتودا على مستوى الدراسات العليا. وحتى العام 2006، كانت حصيلة الخريجين من تخصص النيماتودا في القسم 27طالباً وطالبة، منهم 22 طالب ماجستير وطالبا دكتوراه بإشراف الدكتور أبو غربية، وطالب واحد ماجستير بإشراف الدكتور حلمي صالح، وطالبا ماجستير و طالب دكتوراه بإشراف الدكتورة لما البنا. ولدى تقاعد الدكتور أبو غربية عام 2006، باشرت الدكتورة البنا (وهي خريجة جامعة كاليفورنيا/ ديفيز) الإشراف على تخصص النيماتولوجي.

وفي العام 2005، بدأ الدكتور موفق كراجة (وهو خريج دكتوراه من الجامعة الأردنية)، ببرنامج بحث وتدريس في جامعة مؤته في جنوب الأردن، وقد بدأ العمل في مجالات حصر النيماتودا وإجراء بحوث المكافحة التطبيقية، وتفاعل النيماتودا مع المسببات المرضية الأخرى المهمة على محاصيل الخضروات الرئيسية مثل البندوره والخيار والفاصوليا خاصة في غور الصافي جنوب البحر الميت.

أما في وزارة الزراعة، وبعد انتقال الدكتور أبو غربية إلى الجامعة الأردنية، فقد كان العمل في مجال النيماتودا متقطعاً، وأسس مختبر صغير في المنطقة الغورية بواسطة المهندس درويش مصطفى، إلى أن قام المهندس محمد قاسم (الذي حصل مؤخراً على درجة الدكتوراه من جامعة دمشق) بتأسيس مختبر النيماتودا في المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي. ويضم هذا المختبر حالياً اثنان من كل من؛ حملة الدكتوراه، والماجستير والبكالوريوس. وتتضمن الأبحاث دراسات حول المكافحة المتكاملة للنيماتودا وتفاعلات النيماتودا مع مسببات الأمراض الأخرى وتطبيقات المكافحة الحقلية في حقول المزارعين على محاصيل الخضروات والقمح والشعير والموالح.

زار الأردن عدد من علماء النيماتودا منهم: Sasser، وSikora، وRaski، ومنهم أيضا الدكتور J. Bridge من وزارة التنمية لما وراء البحار ODM البريطانية عام 1978 ، الذي قدم تقريراً يتضمن النيماتودا التي تم عزلها من عدد من المحاصيل (Bridge, 1978).

أصبح وعي المزارع الأردني بمشكلة النيماتودا عالٍ جداً خاصة في الزراعات المروية المحمية في البيوت البلاستيكية، وبدرجة أقل ولكن بشكل متزايد في الزراعات المروية المكشوفة.

4- 2- 2. سورية

استهلت الدراسات التمهيدية الأولى في نيماتودا النبات بالمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) في حلب، حيث قدم Hanounik and Sikora عام 1980 تقريراً عن تواجد نيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus dipsaci* على الفول في سورية. ثم قام Mamluk (1983) بإجراء مسح لنيماتودا النبات على محاصيل الأعلاف

والبقوليات في شمال سورية في الأعوام 1981– 1983. كما أجرى عدد من المختصين الإيطاليين مسوحات أولية على نيماتودا النبات التي تصيب المحاصيل البقولية في شمال سورية في منتصف الثمانينيات (Volvas *et al*., 1985؛ Greco *et al*., 1984).

بدأ الاهتمام بنيماتودا النبات في الجامعات السورية في النصف الثاني للعام 1991، حيث بدأ الدكتور خالد العسس برنامج البحث والتدريس في تخصص نيماتودا النبات بجامعة دمشق، وشرع بإجراء دراسات مسحية حول النيماتودا المرافقة للمحاصيل الزراعية مثل نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne*، ونيماتودا الحوصلات *Heterodera*، ونيماتودا التقرح *Pratylenchus*، ونيماتودا الساق *Ditylenchus* على محاصيل: القمح، والحمص، والذرة، والبطاطس، والباذنجان، والخضار في البيوت المحمية، وغراس الأشجار المثمرة في المشاتل. كما أسهم الدكتور العسس أيضاً في دراسات تتعلق بالمكافحة الحيوية للنيماتودا وتطوير نظام الحجر الزراعي في مجال النيماتودا، ووضع القوائم الحجرية، وطرق الكشف والتعرف عليها. وفي برنامج التدريس طرح مادة المدخل إلى علم النيماتودا النباتية (نظري وعملي) لطلبة البكالوريوس، ومواد التصنيف العام للمجموعات النيماتودية، والاتجاهات الحديثة في مكافحة النيماتودا، وبيئة النيماتودا، والمكافحة الحيوية للحشرات على مستوى الدراسات العليا. وتم تخريج ستة طلاب ماجستير، ويدرس حالياً في هذا التخصص طالبا دكتوراه وأربعة طلاب ماجستير.

وفي جامعة حلب بدأ الاهتمام بنيماتودا النبات بواسطة الدكتور محمد هشام الزينب الذي بدأ عمله في قسم وقاية النبات بجامعة حلب عام 1991. ووضع برنامجاً للبحث والتدريس بمتابعة مجموعة من الدراسات حول نيماتودا تثألل الحبوب *A. tritici* على كل من: القمح، والشعير في شمال سورية. وفي مجال التدريس، طرح مادة أسس علم النيماتودا النباتية لطلبة البكالوريوس، وبعض المواد الأخرى لطلبة الدراسات العليا. وقد تخرج في جامعة حلب في هذا التخصص طالب دكتوراه وطالبا ماجستير، وهناك طالب مسجل لنيل درجة الدكتوراه.

أما في جامعة تشرين باللاذقية فتقوم الدكتورة ندى ألوف بتدريس النيماتودا لطلاب البكالوريوس منذ عام 1992، لكن لم يتم حتى الآن تخريج سوى طالب ماجستير واحد،

ويسجل حالياً طالب دكتوراه آخر موفد من الجامعة الأردنية في مجال النيماتودا المرضة للحشرات.

ومن حيث التطبيق العملي في مجال مكافحة النيماتودا، يستخدم المزارعون السوريون المبيدات الكيميائية وتشميس التربة والمكافحة الحيوية وغاز بروميد الميثايل على محاصيل الخضروات المحمية. وتعد معاملة التربة لمكافحة النيماتودا جزءاً أساسياً في إنتاج أشتال الخضروات وأشجار الفاكهة.

ولا يزال وعي المزارعين بمشكلة النيماتودا مقتصراً على مزارعي البيوت المحمية ومنتجي الشتلات. ويوجد في وزارة الزراعة السعودية مختص واحد يحمل درجة الدكتوراه في النيماتودا. كما بدأت المختبرات المتخصصة في هذا المجال في التكوين.

4- 2- 3. لبنان

يبدو أن أول تقرير عن نيماتودا النبات في لبنان كان في العام 1962، وذلك في نشرة صدرت من الجامعة الأمريكية في بيروت حول إجراء مسح للنيماتودا التي تصيب أشجار الموز (Khalidy, 1962) . وبعد ذلك أعطى أستاذ أمراض النبات الدكتور أديب سعد بعضاً من اهتمامه لدراسة عوائل نيماتودا تعقد الجذور (Saad and Tanveer, 1970). وفي أوائل السبعينيات من القرن الماضي، تعاون الدكتور سعد مع عالم النيماتودا D.P. Taylor في إجراء مسح عن توزيع النيماتودا في لبنان (Taylor, Saad and Schlosser, 1972).

بقيت وضعية نيماتودا النبات في لبنان دون تطور حقيقي ودونما وجود مختص لبناني مقيم للعمل في هذا المجال، إلى أن عمل الدكتور سعيد إبراهيم في وزارة الزراعة، ثم في كلية الزراعة بالجامعة اللبنانية (وخارج لبنان في أحيان أخرى)، وأجرى مسوحات للنيماتودا في جنوب لبنان (Ibrahim, 1995) ، واكتشف مع آخرين وجود نيماتودا حوصلات البطاطس *Globodera rostochiensis* في جبال لبنان العالية (Ibrahim *et al.*, 2000)، إضافة إلى نشر أبحاث أخرى عن نيماتودا النبات في لبنان.

تعد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. من أهم أجناس النيماتودا المتطفلة على محاصيل الخضروات خاصة في البيوت المحمية، كما تبين وجود النيماتودا الكلوية

Rotylenchulus reniformis على عدد من الخضروات، ونيماتودا حوصلات البطاطس على البطاطس، ونيماتودا الحمضيات على أشجار الحمضيات (Taylor, 1970).

تدرس مادة مبادئ نيماتودا النبات لطلبة البكالوريوس في كل من؛ الجامعة الأمريكية في بيروت، والجامعة اللبنانية.

تتضمن وسائل المكافحة الحقلية المستعملة في لبنان كل من المبيدات الكيميائية والتعقيم الشمسي، خاصة في البيوت المحمية وبساتين الحمضيات.

4- 2- 4. فلسطين

تمت الإشارة إلى وجود نيماتودا الحمضيات *T. semipenetrans* في فلسطين منذ عام 1914، أي بعد سنة واحدة من نشر Cobb لتقريره الأول حول تواجد هذه النيماتودا في كاليفورنيا (Cobb, 1913). وبعد الاحتلال الصهيوني لفلسطين، قام Cohn and Minz (1961) وآخرون من زملائهم في أوائل الستينيات من القرن الماضي بإجراء دراسات مسحية وتصنيفية وإحيائية، وتجارب مكافحة لعدد من أنواع النيماتودا على عدد من المحاصيل.

أما في الضفة الغربية وقطاع غزة، فلم يلق هذا التخصص الاهتمام الرسمي اللازم، شأنه في ذلك شأن التخصصات الأخرى، وذلك بسبب ظروف الاحتلال. فبالنسبة للضفة الغربية، حصل الدكتور سفيان سلطان على درجة الدكتوراه في نيماتودا النبات من مصر، وعمل في جامعة الخليل منذ إنشاء كلية الزراعة فيها، لكنه لم يتفرغ للعمل في هذا المجال بالقدر الكافي بسبب انشغاله أيضاً في شؤون البيئة ضمن مؤسسات السلطة الوطنية الفلسطينية، إلا أنه واظب على تدريس مادة نيماتودا النبات لطلبة البكالوريوس في الكلية. أما في قطاع غزة، فقد نشر الدكتور جواد عاشور الوادي حصراً مبدئياً لأمراض الخضروات (الوادي، 1990) وآخر لأمراض الأشجار تضمن بعض أجناس النيماتودا المتطفلة على النباتات. كذلك، قام الدكتور وادي بتدريس مادة نيماتودا النبات لطلبة البكالوريوس في كلية الزراعة بجامعة الأزهر في غزة.

وبشكل عام، يعي المزارع الفلسطيني في كل من الضفة الغربية وقطاع غزة مشكلة النيماتودا، خاصة نيماتودا تعقد الجذور على محاصيل الخضروات ونباتات الزينة في البيوت البلاستيكية، ويقوم بمكافحتها بالطرق الكيميائية والإحيائية والطاقة الشمسية. كما يعي مزارعو الأشجار المثمرة المروية مشاكل النيماتودا ولكن بدرجة أقل.

4- 3. الجزيرة العربية والخليج العربي

4- 3- 1. المملكة العربية السعودية

4- 3- 1- 1. المرحلة التمهيدية

جاء التقرير الأول عن النيماتودا المتطفلة على النبات في المملكة العربية السعودية في عام 1957م (1377هـ)، عندما كتب تلحوق عن الآفات التي تصيب المحاصيل المختلفة في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية ، وذكر منها نيماتودا تعقد الجذور على الطماطم (Talhouk, 1957). ثم نشرت بعض الأبحاث في هذا المجال في أواخر الستينيات وبداية السبعينيات الميلادية (Abdou, 1972) . وكان الدكتور محمد فهمي محمد عيسى (مصري الجنسية) من أوائل الباحثين المتخصصين العاملين في مجال النيماتودا في السعودية (Eissa *et al.*, 1977). وخلال الفترة من عام 1978- 1981م التحق الدكتور محمد على محمد على (مصري الجنسية) بقسم وقاية النبات في كلية الزراعة بجامعة الملك سعود وأعد نشرة إرشادية بعنوان " دراسة عن نيماتودا تعقد الجذور في المملكة العربية السعودية "، كما نشر أبحاثاً في دوريات علمية متخصصة.

4- 3- 1- 2. المرحلة التأسيسية والانطلاق

يعد الأستاذ الدكتور أحمد بن سعد الحازمي أول سعودي متخصص في مجال أمراض النبات النيماتودية، وقد تخرج في جامعة ولاية كارولينا الشمالية عام 1981م. وبدأ العمل وإجراء العديد من البحوث العلمية في جامعة الملك سعود كان من أولها بحث عن

- حصر النيماتودا المتطفلة على النباتات في محافظة الخرج بمنطقة الرياض (*Al-Hazmi et al.*, 1983). والدكتور الحازمي هو مؤلف كتاب مقدمة في نيماتولوجيا النبات، الذي يعد من المراجع المهمة باللغة العربية في مجال أمراض النبات النيماتودية على مستوى الوطن العربي. وللدكتور الحازمي مساهمات في العديد من النشرات الإرشادية والدورات التدريبية واللقاءات العلمية في مجال أمراض النبات النيماتودية. وقد تتلمذ على يدي الدكتور الحازمي العديد من الطلاب وكان من أولهم الطالب فهد بن عبد الله اليحيى الذي حصل على الماجستير بإشراف الدكتور الحازمي من جامعة الملك سعود عام 1987، ثم علي درجة الدكتوراه في نيماتودا النبات من جامعة ليدز في العام 1993، وهو يعمل حالياً أستاذاً بكلية علوم الأغذية والزراعة في جامعة الملك سعود بالرياض، ويعد بحثه عن تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة على فقس البيض وحيوية يرقات نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans* (Al-Yahya *et al.*, 1988) من بواكير بحوثه المنشورة.

ومن المتخصصين السعوديين في مجال أمراض النبات النيماتودية كل من الدكتور/هاني بن عبد الرحمن ظفران، الذي يعمل في وزارة الزراعة؛ وكذلك الأستاذ الدكتور/ سليمان بن محمد الرحياني في كلية الزراعة والطب البيطري بجامعة القصيم، وله مساهمات في العديد من اللقاءات العلمية في مجال أمراض النبات النيماتودية. وفي المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية يعمل الدكتور فهد بن عبد الله الصقر، الذي حصل على درجة الدكتوراه عام 2004 من بريطانيا، في كلية العلوم الزراعية والأغذية، جامعة الملك فيصل. أما المهندس سعود بن عبد العزيز العبيد فيعمل في المركز الإقليمي للأبحاث الزراعية و المياه مشرفاً على مختبرات أبحاث أمراض النبات النيماتودية في المركز، وقد شارك في العديد من الأبحاث ومنها ما أجري ضمن المشروع العالمي لنيماتودا تعقد الجذور.I.M.P في المملكة العربية السعودية.

وهناك العديد من الأساتذة الأفاضل من الدول العربية وخصوصا من جمهورية مصر العربية الذين لهم بصمات مهمة في مجال أمراض النبات النيماتودية في المملكة العربية السعودية ومنهم؛ الأستاذ الدكتور/محمد عبد الله رزق (رحمه الله)، الذي عمل في كلية العلوم الزراعية والأغذية بجامعة الملك فيصل بالإحساء، وفي كلية علوم الأغذية والزراعة،

جامعة الملك سعود بالرياض كل من: الأستاذ الدكتور محمد أنور الصعيدي، والأستاذ الدكتور أحمد عبد السميع دوابة، الذي التحق بالعمل في الكلية منذ عام 1990 ولا يزال على رأس عمله. كما التحق للعمل في الكلية في وقت سابق لذلك كل من: الدكتور إبراهيم بديع ناصر، والمهندس عباس توفيق عبد الرازق، ثم وفي فترة لاحقة الدكتور عمرو علي الشربيني. أما كلية الزراعة والطب البيطري بجامعة القصيم، فقد التحق للعمل بها كل من: الأستاذ الدكتور جمال حامد يوسف، و الأستاذ الدكتور أحمد عبد السلام فرحات، والأستاذ الدكتور أحمد أحمد عثمان، والمهندس مدحت محمود بلال الذي لا يزال على رأس عمله.

4- 3- 1- 3. مجالات عمل المختصين في مجال نيماتودا النبات في المملكة

تتضمن هذه المجالات ما يأتي:

1- القيام بالمهام التعليمية والتدريس لطلاب القسم والدراسات العليا.
2- القيام بالمهام البحثية وذلك بإجراء التجارب والأبحاث الخاصة بالنيماتودا المتطفلة على النبات ومدى ما تسببه من أضرار للنبات والطرق المختلفة لمكافحتها.
3- تقديم إرشادات وخدمات خاصة بخدمة المجتمع سواء للمزارع الحكومية والمزارع الأهلية لمعرفة مدى إصابة النباتات المختلفة بالأمراض النيماتودية والأضرار الناتجة عن الإصابة وتحديد الطرق المناسبة لمكافحتها.

4- 3- 1- 4. البحث والتدريس

يوجد في المملكة العربية السعودية عدة مختبرات متخصصة في مجال أمراض النبات النيماتودية، وذلك في كل من: قسم وقاية النبات، كلية علوم الأغذية والزراعة ، جامعة الملك سعود، بالرياض؛ والمركز الإقليمي لأبحاث الزراعة، وزارة الزراعة، الرياض؛ وقسم وقاية النبات، كلية العلوم الزراعية والأغذية بجامعة الملك فيصل، بالإحساء؛ وقسم الإنتاج النباتي ووقايته، كلية الزراعة والطب البيطري، جامعة القصيم بالقصيم.

يتم التدريس والبحث الجامعي في كل من جامعتي الملك سعود والقصيم. ففي كلية علوم الأغذية والزراعة في جامعة الملك سعود تدرس مادة أمراض النبات النيماتودية في

مرحلة البكالوريوس، كما تطرح مواد متقدمة على مستوى الدراسات العليا (ماجستير ودكتوراه) ومنها: النيماتودا الممرضة للنبات، وأمراض نبات نيماتودية وفيروسية، وبيئة وفسيولوجيا النيماتودا، والتطبيقات الحقلية في علم النيماتودا. ويقوم على ذلك أربعة من حملة درجة الدكتوراه، وهم يقومون إضافة إلي ذلك، بأبحاث حول حصر وتعريف النيماتودا، ودراسة العلاقات بين النيماتودا وعوائلها، وطرق إدارة النيماتودا...إلخ وأخرى في مجالات الدراسات البيئية والمكافحة. وفي كلية الزراعة والطب البيطري في جامعة القصيم، يقوم متخصصون (أحدهم بدرجة دكتوراه وآخر بدرجة ماجستير) على تدريس مقررات النيماتودا لمرحلتي البكالوريس والدراسات العليا ، إضافة الى إجراء البحوث في مجالات الحصر والتعريف والدراسات البيولوجية للنيماتودا.

ولا يزال وعي المزارعين في المزارع الصغيرة والزراعات التقليدية بالمملكة دون المستوى المطلوب. لكن الوعي بالمشكلة عال جداً في كل من: الشركات الزراعية الكبرى، والمؤسسات الزراعية الأهلية الكبرى، حيث تنتهج هذه الشركات والمؤسسات أفضل السبل العلمية في التعامل مع المشكلة وفق أحدث التقنيات المتاحة عالمياً. كما أن وزارة الزراعة السعودية تقوم دورياً بعقد الدورات التدريبية المتخصصة لمهندسيها ومهندسي القطاع الزراعي الخاص. ويتم ذلك بالاستعانة بالكوادر العلمية المدربة من جامعة الملك سعود بالرياض، والجامعات الأخرى.

4- 3- 2. العراق

كان Rao في عام 1921 أول من نشر معلومات عن ظهور مرض نيماتودي (مرض الحنطة النيماتودي) بالعراق. وفي عام 1955 سجل الأعظمي ظهور مرض تعقد الجذور النيماتودي، وتلا ذلك تسجيل مرض التدهور البطيء في الحمضيات المتسبب عن النيماتودا *T. semipenetrans* . وفي عام 1965 أسس الدكتور زهير عزيز اسطيفان وحدة أمراض النيماتودا التابعة لقسم بحوث وقاية النبات، الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة، أبو غريب ببغداد.

ولقد كانت للزيارات القصيرة التي قام بها كل من Maggenti عام 1966، وVilardebo عامي 1969 و1971 تشجيعا لبعض المشتغلين في مجال أمراض النبات بوزارة الزراعة في أبي غريب ببغداد للقيام بأبحاث في مجال النيماتودا. أما المسؤول حالياً عن الوحدة فهي الدكتورة باسمة جورج أنطون. وتضم الوحدة واحداً من حملة الماجستير واثنين من حملة البكالوريوس، ومجالات العمل فيها هي؛ البحث والتدريس حيث تطرح المقررات التي تتعلق بأمراض النيماتودا المتقدم للدراسات العليا ، وقد تخرج من هذه الوحده حتي الآن ستة طلاب.

وبعد حصول الدكتور صادق أحمد الحسن على درجة الدكتوراه في تخصص النيماتودا من الولايات المتحدة الأمريكية التحق بكلية الزراعة بأبي غريب ببغداد، قام بتدريس مقرر عن نيماتودا النبات. ومنذ عام 1974 درس الراوي بكلية الزراعة جامعة بغداد ديناميكية وتشخيص ديدان العقد الجذرية على النباتات القثائية. وفي عام 1975 قام الحكيم في نفس الكلية والجامعة بدراسة عن نيماتودا الحمضيات *Tylenchuls semipenetram*. وفي عام 1976 قدم إلى العراق الدكتور سيد أسرار حسين الذي يعد مؤسس وحدة النيماتودا بقسم وقاية النبات، بكلية الزراعة والغابات بجامعة الموصل، ودرّس مقررات الدراسات العليا في كلية الزراعة بكل من جامعتي؛ بغداد، والموصل. والمسؤول الحالي عن وحدة النيماتودا بالموصل هو الدكتور سليمان نائف عمي، وعدد العاملين معه واحد من حملة الدكتوراه، واثنان من حملة الماجستير. أما المقررات التدريسية فهي نيماتودا النبات (بكالوريوس) و نيماتودا متقدم، وتصنيف نيماتوذا النبات، ومقاومة نيماتودا النبات، وفسلجة النيماتودا، وحياتية النيماتودا (ماجستير)، وعدد طلبة الدراسات العليا واحد. وأهم الاهتمامات البحثية الحالية هي؛ مقاومة نيماتودا النبات، وأضرار النيماتودا للنباتات الاقتصادية، وتأثير الظروف البيئية، وبيئة التربة على النيماتودا.

وفي عام 1977، سجل ظهور نيماتودا تعقد القمح *Anguina microlaenae*، ونيماتودا الحوصلات *H. mothi* في العراق لأول مرة بجانب بعض أجناس نيماتودا النبات الطفيلية الأخرى. وفي خلال الفترة من تموز 1978 إلى حزيران 1979، قام الشمري في جامعة البصرة بدراسة حول إصابة النخيل بديدان العقد الجذرية *Meloidogyne*

javanica. وفي عام 1979م درس محمد بكلية الزراعة والغابات بجامعة الموصل بدراسة تضمنت: 1- حصر مجموعة الديدان الثعبانية والفطريات التي تتواجد حول جذور الحمضيات في ستة بساتين منتخبة ومشتل من محافظتي ديالى ونينوى بالعراق، 2- التوزيع العمودي والتغير الموسمي في كثافة نيماتودا الحمضيات، 3- تأثير المستخلصات النباتية لبعض النباتات السامة بالعراق على موت نيماتودا الحمضيات، 4- المكافحة في المشتل والبستان باستخدام المبيدات النيماتودية والمواد العضوية.

وفي عام 1980 درس حبيب الكثافة العددية لنيماتودا العقد الجذرية *Meloidogyne* spp. وتأثيرها على نوعية التبغ. وفي العام نفسه، قام قاسم بكلية الزراعة والغابات بجامعة الموصل بدراسة لمعرفة وجود وانتشار أنواع نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. على بعض محاصيل الخضروات. وفي عام 1981، ألف الدكتور عبد الجواد بشير أمين الزرري والدكتور عبدالحميد محمد طرابية في قسم وقاية النبات، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل كتابا بعنوان الديدان الثعبانية "نيماتودا النبات"

وخلال الثلاثة عقود الماضية استمر المختصون بإجراء الأبحاث والدراسات، والمشاركة بأكثر من عشرة مؤتمرات وورشات عمل محلية، وستة مؤتمرات إقليمية، وثمانية مؤتمرات عالمية. وفي الوقت الحاضر، فإن المجالات البحثية تتركز على الدراسات التشخيصية والإحيائية، والمكافحة الإحيائية والكيميائية والمكافحة بالمستخلصات النباتية. أما أهم ثلاثة أجناس نيماتودية في العراق فهي: *Tylenchuls semipenetram* على الحمضيات، و..*Anguina* spp على الحنطة (القمح والشعير)، و*Meloidogyne* spp. على محاصيل الخضروات (الطماطم). ويتم إدارة هذه الآفات عموماً باستخدام الطرق الكيميائية والإحيائية وتشميس التربة، والمواد العضوية وتبوير الأرض. وقد أثمرت الجهود السابقة عن وعي مزارعي الخضروات والبساتين في العراق بشكل جيد حول أهمية النيماتودا والمشاكل التي تسببها لمحاصيلهم، لكن وعي مزارعي الحبوب بالمشكلة ما زال ضعيفاً حتى الآن.

وفي قسم وقاية النبات بجامعة صلاح الدين (أربيل)، إقليم كردستان العراق لا يوجد متخصص في مجال النيماتودا حالياً بل يعتمد على كوادر الجامعات الأخرى. أما الخطة الاستراتيجية العراقية في مجال النيماتودا فهي الاستمرار في تشخيص أنواع

النيماتودا المتطفلة على النبات، وتقييم كفاءة أنواع الفطور الإحيائية، والمستخلصات النباتية، في تثبيط نشاط النيماتودا المتطفلة على النبات. وعلى الرغم من ذلك فإن المراكز البحثية ما زالت بحاجة ماسة إلى دورات تدريبية خارج القطر العراقي لتأهيل الكوادر العاملة في مجال النيماتودا، وكذلك توفير المجلات العلمية الدورية الخاصة بالنيماتودا.

4- 3- 3. اليمـن

بدأ الاهتمام بأمراض النبات النيماتودية باليمن في عام 1992 بشعبة وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة صنعاء من خلال تدريس مادة النيماتودا المرضة للنبات، وكان الدكتور صادق الحسن (عراقي) هو مدرس هذا المقرر، ثم منذ عام 1996 قام بتدريس المقرر بعد ذلك كل من: الدكتور أحمد جمال الشريف (مصري) كأستاذ زائر، ثم الدكتور السيد أبو المعاطي (مصري) كأستاذ زائر أيضاً في عام 1999م.

بدأ العمل الفعلي في التخصص بعد عودة الدكتور محمد رواح محمد السعيد عام 2005، ثم الدكتور محمود المفلحي حيث تم إنشاء معمل للنيماتودا بقسم وقاية النبات، وعدد العاملين فيه اثنان من حملة الدكتوراه يساعدهما أحد حملة الماجستير وواحد من حملة البكالوريوس، ومن مهام المعمل التدريس والبحث. والمقررات الخاصة بالنيماتودا التي تدرس هي؛ النيماتودا المرضة للنبات، وهي مادة مستقلة تدرس في المستوى الرابع وقاية نبات. بالإضافة إلى تدريس النيماتودا ضمن مقررات أخرى. وهناك مقررات متخصصة للدراسات العليا مثل: أمراض نبات متقدم، وبيئة وفسيولوجيا النيماتودا، ومورفولوجي النيماتودا، وتقسيم النيماتودا، والنيماتولوجيا العام، ومكافحة النيماتودا، ونيماتودا الحشرات.

أما مجال البحث العلمي فينحصر في الوقت الحاضر في حصر عام لأهم الآفات النيماتودية على المحاصيل الزراعية، ولاسيما أنه لم تجر دراسات من قبل، فتعد عملية الحصر الانطلاقة الأولي التى تبنى عليها الأبحاث الأخرى، وكذلك عمل برامج مكافحة لأهم الآفات النيماتودية على المحاصيل الاقتصادية.

كما أن بعض الجامعات اليمنية الأخرى وخصوصا أقسام الوقاية بكليات الزراعة أولت هذا التخصص اهتماما كبيرا، ولذا ابتعثت طلابها للخارج لغايات الدراسة ومنها جامعة إب، قسم الإنتاج النباتي نذكر منهم المهندس صالح بن نعمان النظاري الذي حصل على درجة الماجستير في عام 2007 من قسم وقاية النبات، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود بالمملكة العربية السعودية، وكانت رسالته بعنوان "الخصائص الحياتية لنيماتودا تعقد الجذور على الفاصوليا الخضراء"، ثم حصل بعد ذلك على منحة لدراسة الدكتوراه بنفس الجامعة والتخصص.

ومن المختصين في مجال النيماتودا الدكتورة انتصار محفوظ عباد بقسم وقاية النبات، كلية ناصر للعلوم الزراعية، جامعة عدن، وتقوم بالتدريس والبحث، والمهندس عبد الله بن زغيو بمحطة البحوث الزراعية بالساحل الشرقي، سيئون، حضرموت، وله جهود واضحة في مجال الأبحاث المتعلقة بالنيماتودا، كما كان له مساهمة في " معجم المصطلحات العلمية لوقاية النبات" . وتشكل مسببات أمراض النبات النيماتودية في اليمن أهمية اقتصادية على الثوم والموز والموالح ، ومن أهم الأجناس النيماتودية هناك: *Ditylenchus* spp.، *Tylenchulus semipenetrans*، و*Meloidogyne* spp..

وتعد مسببات الأمراض النيماتودية على المحاصيل الزراعية في اليمن من المشاكل المهمة هناك ولكن يقابلها، كما هو الحال عند كثير من المزارعين العرب، عدم وجود الوعي الكافي بتشخيصها ومكافحتها. ومن ثم فالعاملون في المجال الزراعي بحاجة إلى برامج إرشادية مكثفة في هذا المجال.

4- 4. المغرب العربي

4- 4- 1. ليبيا

بدأت المرحلة التمهيدية من تطور علم النيماتودا في ليبيا منذ عام 1958 وحتى عام 1980 بمساهمة أجنبية قام بها المختصين الأجانب بقسم وقاية النبات بمركز البحوث الزراعية بطرابلس، حيث قام Carraro (1958) بنشر أول تقرير حول نيماتودا الحمضيات؛ ولاحظ Kranz (1962) نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* و *M. javanica*

علـى عـدة عوائـل بالمنطقـة الـشرقية مـن ليبيـا . وفي عـام 1969 سـجلت نيمـاتودا حوصـلات الحبوب .*Heterodera latipons* لأول مرة في ليبيا بواسطة Franklin (1969) ، واعتبر هذا أول تسجيل لهذه النيماتودا في حوض البحر المتوسط.

أنشئت كلية الزراعة بطرابلس عام 1966، وكان من ضمن المقررات الدراسية بها مقرر أساسيات علم النيماتودا لمرحلة البكالوريوس، وقام بتدريسه الدكتور عبد الشافي فضل الله عبد الله من مصر. ثم بدأت المرحلة التأسيسية عند الشروع ببرنامج الدراسات العليا بقسم وقاية النبات بكلية الزراعة، جامعة الفاتح في عام 1976. وانضم إلى القسم أيضاً الدكتور محمد واجد خان لتدريس مقررات النيماتودا في البكالوريوس والماجستير، وأضيف مقرر تقسيم النيماتودا وبيولوجية وطرق مكافحة النيماتودا إلى طلبة الدراسات العليا (الماجستير). وقام الدكتور خان بالإشراف على أول رسالة ماجستير في تخصص وقاية النبات شعبة الأمراض (نيماتودا) للطالب خليفة حسين دعباج، بالإضافة إلى نشر عدة بحوث حول النيماتودا في ليبيا. وفي السنوات الأخيرة من هذه المرحلة، زاد الاهتمام بمشاكل النيماتودا، وأصبح ينظر لها كمشكلة رئيسية تهدد المحاصيل الزراعية وخاصة الخضراوات. بعد ذلك، التحق بمركز البحوث الزراعية الدكتور ضياء الدين أحمد صديقي، والدكتور وسيم إسماعيل من الهند، ونشرا عدة بحوث حول حصر لأهم أجناس النيماتودا، وطرق مكافحتها في ليبيا (Siddiqui ,1979 ؛ Siddiqui, and Khan, 1986).

وبعد عودة الدكتور الزروق أحمد الدنقلي من أمريكا عام 1974 بعد حصوله على درجة الدكتوراه في مجال النيماتودا من جامعة كاليفورنيا (ريفرسايد) وهو أول متخصص يحمل درجة الدكتوراه في مجال النيماتودا في ليبيا، وقد قام بتأسيس تخصص النيماتودا في جامعة الفاتح، وساهم في مجالات البحث (Edongali and Dabaj, 1982)، والتدريس، وأشرف على سبع رسائل ماجستير، منهم ثلاثة حصلوا على درجة الدكتوراه في مجال النيماتودا. وفي عام 1991 عاد الدكتور خليفة حسين دعباج من بعثته للحصول على الدكتوراه من المجر، وانضم إلى القسم، وقام بالإشراف على رسائل الماجستير، وساهم في التدريس وإجراء البحوث العلمية. ثم انضمت الدكتورة غزالة الفرجاني الى التخصص بعد ذلك. ويوجد حالياً في قسم وقاية النبات ثلاثة طلاب ماجستير في تخصص النيماتودا.

تطور تخصص النيماتودا في قسم وقاية النبات بجامعة عمر المختار في المنطقة الشرقية بعد عودة الدكتور محمود الحويطي الذي حصل على درجة الدكتوراه من جامعة دندي (بريطانيا) سنة 1998، ويقوم الآن بتدريس مقرري؛ أساسيات النيماتودا، وأمراض النبات النيماتودية لطلبة البكالوريوس، ومقرري؛ تقسيم النيماتودا متقدم، وبيولوجية ومكافحة النيماتودا متقدم لطلبة الماجستير. وقد أشرف الدكتور الحويطي على عدة رسائل ماجستير. كما انضم للتخصص بنفس الجامعة الدكتور محمد علي موسي أبو باكرة في مجال البيولوجيا الجزيئية، وساهم القسم بتخريج ثلاثة من طلبة دراسات العليا ويوجد لديهم حالياً طالب واحد في مجال النيماتودا. وكذلك تعد جامعة سبها في جنوب ليبيا من المؤسسات الأخرى التي تناولت الدراسات والبحوث في مجال النيماتودا، وذلك بإشراف الدكتور أبوبكر عثمان الذي حصل على الدكتوراه سنة 1982.

تعد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.، ونيماتودا التقرح *Pratylenchus* spp.، والنيماتودا الخنجرية *Xiphinema* spp. من أهم أجناس النيماتودا في ليبيا، وخاصة على محاصيل الطماطم والخيار والشعير. ولكن ما يزال وعي المزارعين بأهمية النيماتودا قليل جدا، ولا يقومون بمكافحتها إلا في نطاق ضيق وخاصة في الزراعة المحمية باستخدام المبيدات الكيميائية. أما في الحقول المفتوحة، فتتم المكافحة بطريقة التبوير في الزراعات الموسمية.

وعموما، تركزت معظم دراسات النيماتودا في ليبيا على حصر وتعريف أجناس النيماتودا المترافقة مع المحاصيل المختلفة (خضراوات، وأشجار فاكهة، ونباتات زينة) وطرق مكافحتها بالمبيدات الكيميائية. وفي التسعينيات من القرن الماضي، تركزت الأبحاث حول استخدام الطاقة الشمسية لمكافحة النيماتودا، وخاصة في الزراعات المحمية التي أصبحت تطبق من قبل بعض المزارعين المهتمين بالزراعات المحمية في المناطق الغربية من ليبيا كبديل لغاز بروميد الميثايل. وتتجه الدراسات الحديثة إلى إدخال الطاقة الشمسية ضمن برامج المكافحة المتكاملة للآفات ضمن برنامج الإدارة المتكاملة للإنتاج ومكافحة الآفات الذي ساهمت فيه منظمة الزراعة والأغذية FAO.

4- 4- 2. تونس

يقوم بأعمال البحث والتدريس في علم النيماتودا بتونس مجموعة من المؤسسات منها:

4- 4- 2- 1. المعهد الوطني للفلاحة بتونس INAT ومقره تونس العاصمة

حصل الدكتور محمد المولدي بشير على درجة الدكتوراه في مجال نيماتودا النبات عام 1979، وفي العام نفسه قام بالإشراف على إنشاء أول مختبر للنيماتودا في تونس (B'Chir, 1979)، وهو يعمل حاليا خبيرا في المكافحة البيولوجية بسلطنة عُمان. تخرج من المعهد أربعة من حملة درجة الدكتوراه، و خمسة طلاب مرحلة ثالثة، و مجموعة من الطلاب في إطار مشروع تخرجهم. ومنذ إنشاء هذا المختبر كان التوجه الأول هو البحث عن طرق لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp مثل: استعمال أصناف الطماطم المقاومة الحاملة للجين *Mi*، والمبيدات المدخنة (ما عدا غاز بروميد الميثايل (Methyl bromide. والمبيدات الجهازية الأخرى(carbofuran، وphenamiphos). و في تلك الفترة أظهرت النتائج أن المبيدات المدخنة مثل: DD، وTelone II، وDitrapex هي الأفضل لحماية مزروعات العائلة الباذنجانية وخاصة الطماطم والفلفل. أما بالنسبة للقرعيات، وخاصة البطيخ، فيجب التدخل بمبيد ثان جهازي عند الزراعة فقط لكي لا يخلف بقايا Residuesفي الثمار. أما بالنسبة للمكافحة الإحيائية فقد أظهرت النتائج أن الفطر S350 غير قادر على تحمل درجات الحرارة المسجلة في فصل الصيف. وبالتالي، جرى البحث عن فطريات أخرى محلية تقاوم الظروف المناخية التونسية. و فعلا، أمكن الحصول على فطر ذي فعالية عالية خاصة في المختبر*Monacrosporium salinum*، ولكن عند استعماله في الحقل كانت كفاءته تضمحل شيئا فشيئا مع الوقت، ولذا كان توجه الدكتور محمد المولدي بشير هو البحث عن أصناف من البكتيريا، وبالفعل تحصل على مبيد بيولوجي 7996 Novibiotec مكون من نوعين من البكتيريا هما: *Bacillus cereus* ، و *B. spherucus*، وقد درست فعالية هذا المبيد ضمن رسالة الدكتوراه للطالبة أمينة الغرياني عبد الواحد.

وحاليا، يشرف على مختبر النيماتودا بالمعهد الوطني للفلاحة بتونس كل من؛ الدكتور صدر الدين القلال، والدكتورة أمينة الغرياني عبد الواحد. وأهم الأعمال في السنوات العشر الأخيرة هي: دراسة بيولوجيا و بيئة نيماتودا الموالح، ودراسة بعض الفطريات والبكتيريا المصاحبة لهذه النيماتودا، وتحديد مدى كفاءتها في مكافحة نيماتودا الموالح. ويعمل المعهد على تدريب المهندسين في مجال النيماتودا. و قد تم وضع برنامج لتدريس النيماتودا ضمن مقررات تخص علم النيماتودا العام والتوازن البيولوجي.

4- 4- 2- 2. المعهد العالي للفلاحة بشط مريم ISA

يقع المعهد في الوسط الشرقي لتونس بمدينة سوسة. وقد أنشئ بالمعهد مختبر للنيماتودا سنة 1987 تشرف عليه الدكتورة نجاة حريق- رواني (Horrigue-Raouani 2003). ويدرَّس علم النيماتودا العام في هذا المعهد لطلاب السنة الرابعة اختصاص بستنة- حماية النباتات. وكذلك يدرس علم النيماتودا خلال السنة الثانية للتقنيين السامين اختصاص بستنة، ويدرس مقرر المكافحة المتكاملة لطلاب الماجستير. وتتعلق أهم محاور البحث في هذا المختبر بدراسة العلاقة بين نيماتودا تعقد الجذور وعدة محاصيل. ومن ذلك دراسة عشائر النيماتودا المرضة Virulent populations لأصناف الطماطم أو الخوخ الحاملة للجين *Mi* المقاوم للنيماتودا وكذلك فقد تم تحديد أنواع نيماتودا تعقد الجذور الموجودة على الخضروات والخوخ والموز وهي؛ *M. javanica*، *M. incognita*، و*M. arenaria*. ويعد النوع *M. javanica* الأكثر انتشاراً بالبلاد يليه النوع *M. incognita*. وكذلك تم اعتماد عدة طرق لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور، ولكن تعد عملية تشميس التربة حالياً هي الأكثر استعمالاً في البلاد، كونها سهلة، و اقتصادية بالنسبة للفلاح. وفي نطاق مشروع Nématus الممول من وزارة الخارجية الفرنسية وGFAR هناك اهتمام بدراسة أجناس وأنواع النيماتودا الموجودة بمزارع البطاطس ، وطرق مكافحتها.

4- 4- 2- 3. المعهد الوطني للبحوث الفلاحية INRAT و مقره العاصمة تونس

تم إنشاء مختبر النيماتودا بالمعهد عام 1987 وتشرف عليه الدكتورة نجوى نموشي- قشوري. وأهم محاور البحث في هذا المختبر هي دراسة نيماتودا الحوصلات *Heterodera* الموجودة بمزارع الحبوب و خاصة القمح، وقد حددت الأنواع الموجودة وهي: *H. avenae*، و*H. hordecalis* . كما تدرس أيضاً نيماتودا البقول *Ditylenchus*.

4- 4- 2- 4. المختبر المركزي لمراقبة البذور و الشتلات و ثلاثة مختبرات جهوية موجودة بالوسط والجنوب والشمال التونسي

تتبع هذه المختبرات للإدارة العامة لحماية و مراقبة جودة المنتجات الفلاحية، ويقع المختبر المركزي في تونس العاصمة، و تشرف عليه المهندسة السيدة سلوى العمراوي، وتهتم هذه المختبرات بمراقبة المنابت والقيام بالتحاليل للفلاحين. ويوجد تحت إشراف هذه الإدارة العامة مختبر نيماتودا الحجر الزراعي ويشرف عليه المهندس حمدة الشابي، ويعمل هذا المختبر على مراقبة النيماتودا عند الحدود، أي الكشف عن أنواع النيماتودا المعنية بالحجر الزراعي، مثل: *Meloidogyne* spp. ، و *Globodera* spp.، و *Pratylenchus* spp.، و *Aphelenchoides* spp.، و*Xiphinema* spp..

4- 4- 3. الجزائر

تجدر الإشارة الى أن أول نوع من النيماتودا اكتشف في الجزائر هو النوع *Ditylenchus Dipsaci*، و ذلك في سنة 1896 بواسطة الفرنسيين Debray et Maupas، ثم الجنس *Meloidogyne* بواسطة Delassus عام 1928 (Scotto LaMassese, 1962). ويقوم بأعمال البحث في علم النيماتودا في الجزائر مجموعة من المؤسسات وهي:

4- 4- 3- 1. المؤسسات التابعة لوزارة الزراعة

ونذكر منها المعهد الوطني لوقاية النباتات INPV الموجود في الجزائر العاصمة، و قد أنشئ مختبر النيماتودا بهذا المعهد سنة 1974 ويشرف عليه حاليا الدكتور جمال

سماحة، و يتكون فريق البحث بالمختبر من باحثين حاملين لشهادة الماجستير، واثنين من المهندسين الزراعيين. والهدف الرئيسي لهذا المختبر هو مراقبة النيماتودا عند الحدود، أي الكشف عن أنواع النيماتودا المعنية بالحجر الزراعي Quarantine nematode، وهي : *Meloidogyne* spp.، و*Globodera* spp.، و*Ditylenchus dipsaci*، و *Tylenchulus semipenetrans*، و*Xiphinema* spp. ويقوم هذا الفريق أيضا بالكشف وتحديد أنواع النيماتودا المتواجدة بالمزارع في إطار برنامج المخطط الوطني للتنمية الزراعية PNDA. ولمعهد وقاية النباتات 14 محطة تجريبية موزعة على مختلف مناطق البلاد ، و يوجد بكل محطة تقريبا مخبراً للنيماتودا يتبع مخبر الجزائر العاصمة. و هناك أيضا مختبران وطنيان يقومان بالبحث في النيماتودا، و هما: مختبر المركز الوطني لمراقبة البذور و الشتلات CNCC في الجزائر العاصمة، و مختبر المعهد الوطني للأشجار المثمرة ITAF. وقد أنشيء هذان المخبران معاً عام 1998 وتشرف على المختبر الأول السيدة طوالبية شفيقة، وعلى المختبر الثاني السيدة راجي حسيبة، وهما مهندستان زراعيتان. ويقوم المختبران ببحوث حول نيماتودا الأشجار المثمرة ومحصول البطاطس الموجه لإنتاج البذور. كما تقوم مؤسسة ITAF بتقديم خدمات متنوعة للفلاحين.

4- 4- 3- 2. المؤسسات التابعة لوزارة التعليم العالي

يعد المعهد الوطني للعلوم الفلاحية INA المؤسسة الرئيسية التي تمنح تكوينا تدريسياً في ميدان علم النيماتودا على مستوى قسمي؛ علم الحشرات، وقسم علم النبات. وقد شرعت الدكتورة سميرة سلامي بعد أن تحصلت على شهادة الدكتوراه من جامعة مونبيليه بفرنسا، في تدريس علم النيماتودا سنة 1984 في قسم علم الحيوان، ثم جاءت بعد ذلك الدكتورة فريدة وانوقي، والدكتور عيسى مقابلي، والدكتور ميلود حماش لدعم المخبر. وقد تم وضع برنامج لتدريس النيماتودا تضمن مقررات تخص علم النيماتودا العام، و ذلك لطلاب السنة الرابعة بقسم علم الحيوان، وتصنيف النيماتودا و الأمراض التي تسببها و ذلك في قسم علم النبات. كما يقوم القسمان المذكوران بتدريس مقررات تخص طرق المكافحة وبيئة مجتمعات النيماتودا. وقد تمكنت برامج التكوين (التدريس) التي أشرف عليها الدكاترة

السابق ذكرهم من تكوين مجموعة من المكونين (الأساتذة) يعملون حاليا بمختلف المعاهد الزراعية المتواجدة بالوطن ومنها؛ جامعة البليدة، وجامعة تيارت، وجامعة باتنة، وجامعة ورقلة، ويوجد حاليا عشرات الطلاب المسجلين بقسم الماجستير بالمختبر، وآخرين بقسم الدكتوراه وهذا العدد في تزايد مستمر.

أما فيما يخص طرق مكافحة النيماتودا المتبعة في الجزائر بواسطة المزارعين فتقتصر على استعمال المبيدات الكيميائية المدخنة مثل D-D، والجهازية مثل: Ethoprophos، وPhenamiphos، وCadusaphos، وخصوصاً في الزراعات المحمية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.، حيث تعالج بضعة آلاف من الهكتارات سنويا ضد هذا الجنس. وإضافة إلي ذلك، تجري أعمال بحث متعددة تخص التصنيف، وحياتية وبيئة النيماتودا، وطرق المكافحة مثل: الدورات الزراعية، والتشميس، ومستخلصات النباتات، والأصناف المقاومة، و ذلك علي محاصيل الخضر (نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne*)، والبطاطس (نيماتودا الحوصلات *Globodera* spp.)، والحبوب (نيماتودا الحوصلات *Heterodera* spp.)، و البقوليات (نيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus dipsaci*).

4- 4- 4. المغرب

كانت نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans* أول نيماتودا يتم تسجيلها في المغرب سنة 1920، حيث وجدت تسبب بعض الأضرار لأشجار الحمضيات/ الموالح بمنطقة سوس. وفي سنة 1936 قامت مصلحة وقاية النباتات بنشر مذكرة تختص بنيماتودا تعقد الجذور، التي كانت تسمى في حينه *Heterodera radicicola*، وكانت هذه النشرة تحمل معلومات تبين أهمية الأضرار الناتجة عن هذا النيماتودا المنتشرة في المغرب و طرق معالجتها. وفي سنة 1951 أشارت Franklin بطريقة موجزة الى إصابة محاصيل الحبوب في المغرب بنيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae*. وفي حقبة الستينيات تمت دراسة مهمة تخص نيماتودا الموالح قام بها Villardebo (1963)، بينت مدى انتشار هذه النيماتودا في مناطق زراعة الحمضيات و أضرارها، و طرق معالجتها في المغرب.

وفي بداية السبعينيات رفضت السلطات الإيطالية حمولة باخرة من الفول *Vicia faba minor* قادمة من المغرب، حيث كشفت المصالح الإيطالية عن إصابتها بنيماتودا الساق *Ditylenchus dipsaci*. وعلى إثر هذا الحدث وفي إطار برنامج التعاون التقني مع ألمانيا في مجال وقاية النباتات، قام طالب من الجامعة التقنية لبرلين (Schreiber, 1978) بدراسة حول انتشار السلالة العملاقة لنيماتودا الساق وأهميتها في حقول الفول بالمغرب. كما قام الدكتور Schluter في هذا الإطار وفي الفترة نفسها بأبحاث في مجال النيماتودا على مختلف الزراعات ووجد بعض أنواع النيماتودا، نخص بالذكر منها نيماتودا الساق *D. dipsaci* على الشوندر السكري، ونيماتودا حوصلات البطاطس *Globodera rostochiensis* على البطاطس، كما قام الدكتور Schluter بالإشراف على تدريب باحثين مغاربة في مجال النيماتولوجيا، وكانت هذه أول انطلاقة الأبحاث في هذا الميدان وعلى الخصوص في مصلحة وقاية النباتات، وكذلك في المعهد الوطني للبحث الزراعي.

4- 4- 4- 1. المعهد الوطني للبحث الزراعي INRA

في أواسط السبعينيات من القرن الماضي، تم إرسال الباحث المغربي الجناتي أحمد، إلى فرنسا للتخصص في هذا الميدان وقد قام بالتحضير لرسالة الدكتوراه في مختبر Antibes التابع للمعهد الوطني للبحث الزراعي بفرنسا تحت إشراف العالم الفرنسي Dalmasso في عام 198(Janati, *et al.*,1982) . ولدى عودته قام الدكتور الجناتي بتأسيس أول مختبر لعلم النيماتولوجيا بالمعهد الوطني للبحث الزراعي في المغرب، وعمل على تدريب عدد من الباحثين في المغرب وفرنسا و الولايات المتحدة الأمريكية، بلغ عددهم خمسة في بداية الثمانينات ، وهم الجناتي محمد، أيت إغير محمد، ومسكين محمد، وأوغار الهاشمي، وعباد أندلسي فؤاد. وفي هذه الحقبة قام هذا الفريق بعدة أبحاث ميدانية حول انتشار مختلف أنواع النيماتودا المرضة للنباتات في المغرب وطرق معالجتها. ومن أهم هذه الأعمال نخص بالذكر:

- تصنيف ومكافحة أنواع نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp المصاحبة لأهم المحاصيل بالمغرب. وقد أجري هذا العمل في إطار المشروع الدولي لنيماتودا تعقد الجذور IMP.
- انتشار نيماتودا تعقد الجذور بمشاتل اللوز والبرقوق والبحث عن طرق المكافحة.
- انتشار وأهمية نيماتودا حوصلات الشوندر السكري *Heterodeva schachtii*، ونيماتودا حوصلات الحبوب، وتطوير طرق المكافحة عبر الأصناف المقاومة.
- تصنيف نيماتودا الحمضيات، وطرق مكافحتها.
- عمل تحضيرات لأهم أنواع النيماتودا بالمغرب.
- تدريب عدد من الطلاب والتقنيين المغاربة والأجانب من مختلف المعاهد والمدارس الزراعية.

وفي فترة التسعينيات وعند تقليص عدد الباحثين في علم النيماتودا بالمعهد أصبحت الدراسات محصورة أساسا على نيماتودا الساق *D. dipsaci*، ونيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* على الخضروات. فبالنسبة للسلالة العملاقة لنيماتودا الساق بينت نتائج المسح عن وجودها في جميع مناطق إنتاج الفول. أما في ما يخص السلالة العادية فقد أفرزت نتائج المسح إصابتها لكل من الشوندر السكري، والبصل، والثوم، والشوفان *Medicago sativa*. وكانت الإصابات في مزارع الفصة عالية جداً في مناطق الواحات بالجنوب الشرقي للمغرب التي تعرف بإنتاجها لبذور محلية ملائمة للمناخ الصحراوي. وبعد عدة تقييمات للأصناف المحلية، أمكن الحصول على سلالات ذات مقاومة جيدة. وكانت هذه الأعمال تحت إشراف عباد أندلسي فؤاد، وأبوريجات محمد، والداودي محمد.

اهتمت الدراسات أيضاً بمكافحة نيماتودا تعقد الجذور عن طريق استخدام الطرق البديلة للمكافحة الكيميائية كتشميس التربة (Abbad Andaloussi, 1982 soil solarization والنباتات المفرزة لمواد فعالة ضد النيماتودا خصوصا نبات القطيفة *Tagetes*. وتمت المشاركة في إطار المشروع الدولي للبحث عن طرق بديلة لغاز بروميد الميثايل Methyl bromide الذي كان يشرف عليه البروفيسور محمد عماتي بالمغرب.

أما الدراسات الأخيرة التي بدأ يهتم بها المعهد في مجال النيماتودا منذ بداية الألفية الثانية، فهي:

- البحث عن طرق بديلة لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور.
- انتشار نيماتودا المتصلة بالعنب والحمضيات وأهميتها.

كما انضم مكريني فؤاد إلى المعهد باحث جديد منذ عام 2006.

4- 4- 4- 2. مصلحة وقاية النباتات DPVCTRF

تم تطوير أول مختبر لأبحاث النيماتودا بالرباط يتبع مصلحة وقاية النباتات التابعة لمديرية وقاية النباتات مع بداية الثمانينات وذلك بضم اثنين من المختصين وهما؛ بايوسف محمد، وأكدر سليمان اللذان دُربا بمعهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة، ثم في عدة دول وخاصة فرنسا وألمانيا. وقد انصب عملهم علي ما يأتي:

- المراقبة الصحية بمشاتل الورديات.
- المراقبة الصحية عند النقط الحدودية وأساسا في الموانئ، وكان العمل منصبا بالخصوص على تقاوي البطاطس التي كان المغرب يقوم باستيرادها بكثرة.
- تتبع الدراسات للترخيص والموافقة على العلاجات لمكافحة النيماتودا.

4- 4- 4- 3. معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة بالرباط IAV Hassan II

بدأ تدريس علم النيماتودا بالمعهد مع بداية السبعينيات بشكل موجز في إطار مادة أمراض النباتات Phytopathlogy. وعند أواخر السبعينيات تم إرسال اثنين من الأساتذة الباحثين، هما البروفسور عماتي محمد، والرماح عبد الله إلى الولايات المتحدة الأمريكية لإنجاز دراسة الدكتوراه. ومع بداية الثمانينيات، شُرع في تدريس مادة علم النيماتودا بالمعهد. وقد تعزز فريق التدريس بالبروفيسور شطاينا نورالدين الذي تابع دراسته في بريطانيا. ويقوم هذا الطاقم بتدريب عدد من المهندسين في علم النيماتودا. كما يعمل في إطار ذلك على إنجاز دراسات في مجال النيماتودا، من أهمها:

- تصنيف أنواع نيماتودا تعقد الجذور، وهنا يجب الإشارة بالذكر إلى توصل البروفيسور رماح عبد الله إلى نوع جديد لهذه النيماتودا في إطار أطروحة دكتوراه، وأطلق عليه اسم *Meloidogyne marocanensis*.
- إستخدام الجين *Mi* المقاوم في الطماطم لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور.
- تجربة وتطوير طريقة تشميس التربة لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور على الطماطم في البيوت المغطاة.
- البحث عن مضادات حيوية Antagonists لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور.
- المكافحة الكيميائية ضد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. المتصلة بأشجار الموز في البيوت المغطاة.
- دراسة انتشار نيماتودا الحمضيات والبحث عن طرق المعالجة.
- البحث عن طرق بديلة لغاز بروميد الميثايل المستعمل في زراعات الطماطم، والورود، والموز، وتوت الأرض. وقد تمت هذه الدراسة بمشاركة العديد من مؤسسات البحث والتعليم في إطار المجهودات العالمية الرامية إلى حماية طبقة الأوزون. أنجز هذا العمل تحت إشراف البروفيسور عماتي (.Rammah, A) 2001 محمد ثم اشطاينا نورالدين.
- تصنيف أنواع نيماتودا حوصلات الحبوب بالمغرب ودراسة مدى انتشارها.

4- 4- 4- 4. ملحق معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة بأكدير IAV-CH Hassan II

عملت البروفيسور فرجي زهور منذ بداية التسعينات على تدريس مادة علوم النيماتودا، كما أنها قامت بتدريب عدد من الطلاب المهندسين في هذا المجال. وفي هذا الإطار أجرت عدة تجارب وخصوصا في مزارع الطماطم والخضروات الأخرى تحت البيوت المغطاة المنتشرة في المنطقة، والتي تعرف بشدة إصابتها بنيماتودا تعقد الجذور. وقد استهدفت هذه التجارب بالخصوص البحث عن بديل للمكافحة الكيميائية عبر استعمال النباتات والمواد المضادة للنيماتودا. وقد شاركت البروفيسور فرجي بشكل فعال في مشروع البحث عن طرق بديلة لغاز بروميد الميثايل في منطقة أكدير.

4- 4- 4- 5. المدرسة الوطنية الفلاحية بمكناس ENA

بدأت دراسة علم النيماتودا مع بداية التسعينيات من القرن الماضي بواسطة أخصائيين مؤقتين من المغرب أو من فرنسا. وفي نهاية التسعينيات انضم البروفيسور عمري سعيد إلى هذه المدرسة بعد حصوله على الدكتوراه من جامعة Gent ببلجيكا. ويقوم البروفيسور سعيد عمري بتدريس مادة علم النيماتودا وكذلك بتخريج مهندسين في هذا المجال. ويقوم بعدة أبحاث خصوصا حول استعمال التقنيات الحيوية لتصنيف نيماتودا حوصلات الشوندر السكري بصفة خاصة . وكذلك تصنيف وتطوير المقاومة الجينية لنيماتودا تعقد الجذور على اللوز والبرقوق. وتجرى هذه الدراسة في إطار مشروع مع باحثين من المعهد الوطني للبحث الزراعي بفرنسا.

5. المؤلفات المتخصصة في مجالات النيماتودا
Nematology Publications

5- 1. الكتب المؤلفة والمترجمة

للدلالة على الأهمية الخاصة لنيماتودا النبات في البلدان العربية، فقد نشرت كتب متخصصة تبحث في كافة الأمور المتعلقة بأجناسها، وأنواعها، وتصنيفها، وخصائصها الحيوية والفسيولوجية، وعوائلها، والطرق المختلفة لمكافحتها. وقد كانت غالبية هذه المؤلفات أكاديمية استهدفت الطالب الجامعي في مرحلة البكالوريوس. ومن هذه الكتب:

إبراهيم، إبراهيم خيري عتريس. 1999. آفات النيماتودا الزراعية– الديدان الثعبانية. منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر. 352 صفحة.

إبراهيم، إبراهيم خيري عتريس. 2002. نيماتودا المحاصيل الزراعية– الأمراض والمقاومة. منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر. 330 صفحة.

إبراهيم، إبراهيم خيري عتريس. 2007. آفات النيماتودا الزراعية– الديدان الثعبانية. منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر. 365 صفحة.

أبو غربية، وليد. 1994. نيماتودا تعقد الجذور في الأردن. دراسات حول أنواعها ونشاطاتها الحيوية ومكافحتها (الطبعة الثانية). منشورات الجامعة الأردنية، عمادة البحث العلمي. عمان، الأردن. 97 صفحة.

الجمعية العربية لوقاية النبات. 2006. معجم المصطلحات العلمية في وقاية النبات.إعداد وإصدار الجمعية العربية لوقاية النبات. دار النهضة العربية .بيروت، لبنان.

الحازمي، أحمد سعد. 1992. مقدمة في نيماتولوجيا النبات.عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود. الرياض، المملكة العربية السعودية. 326 صفحة. (صدرت الطبعة الثانية، 2009).

حسين، علي حسن. 2001. أمراض النبات النيماتودية. مطابع الأهرام التجارية، قليوب، مصر. 751 صفحة.

الحميدي، سمير كاظم. 1988. أسس علم النيماتودا النباتية. جامعة حلب، حلب، سورية. 327 صفحة.

دوابة، أحمد عبد السميع وفهد عبد الله اليحيى. 2008. مكافحة نيماتودا النبات (مترجم عن كتاب: Plant Nematode Control للمؤلف Whitehead (1988)). إدارة النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.875 صفحة.

الزرري، عبد الجواد وعبد الحميد طرابية. 1981. الديدان الثعبانية، نيماتودا النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، الموصل، العراق. 228 صفحة.

الزينب، محمد هشام. 2005. أسس علم النيماتودا النباتية. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية. جامعة حلب، حلب، سورية. 255 صفحة.

الشافعي، فاروق ومصطفى الشريف. 1979. نيماتودا النبات. مطبعة جامعة القاهرة والكتاب الجامعي. القاهرة، مصر. 225 صفحة.

العسس، خالد.2004. المدخل الى علم النيماتودا النباتية. منشورات جامعة دمشق، دمشق، سورية. 355 صفحة.

اليحيى، فهد عبد الله. 2002. أمراض النبات النيماتودية في المملكة العربية السعودية. جامعة الملك سعود، النشر العلمي والمطابع، الرياض، المملكة العربية السعودية. 208 صفحة.

زيدان، ع.ب. 2001. تصنيف النيماتودا فى السودان، الديدان المتطفلة على النباتات (الجزء الأول). دار جامعة الجزيرة للطباعة والنشر، الخرطوم، السودان. 202 صفحة.

زيدان، ع.ب. 2009. تصنيف النيماتودا المتطفلة على النباتات والنيماتودا الحرة فى السودان، (الجزء الثانى)، دار جامعة الجزيرة للطباعة والنشر، الخرطوم، السودان. 250 صفحة. (تحت الطبع).

5- 2. الكتيبات والنشرات العلمية والإرشادية

وكذلك، فقد صدرت نشرات علمية وإرشادية متعددة في الوطن العربي، منها ما أصدرته وزارات الزراعة أو المؤسسات والمراكز العلمية المنبثقة عنها، أو الجامعات والمعاهد. وقد استهدفت معظم هذه النشرات العلمية والإرشادية إعلام المزارعين وتعريفهم بأعراض النيماتودا بحكم أنها مختفية في التربة بعيداً عن أعينهم، إضافة الى تثقيفهم بالمشاكل الناجمة عن الإصابة بالنيماتودا، واستراتيجيات مكافحتها. وفي ما يلي عدد من النشرات والكتيبات التي صدرت في مجال نيماتودا النبات في الوطن العربي:

إبراهيم، أحمد عبد السميع، أحمد بن سعد الحازمي وفهد بن عبدالله اليحيي. 1999. المرشد العملي في تشخيص أمراض النبات النيماتودية. نشرة إرشادية رقم 82. مركز الإرشاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية. 76 صفحة.

أبو غربية، وليد. 2001. التعقيم الشمسي للتربة الزراعية في البيوت المحمية. نشرة فنية. ايكاردا. حلب، سورية. 32 صفحة.

الحازمي، أحمد بن سعد وأحمد عبد السميع إبراهيم. 1998. إدارة نيماتودا تعقد الجذور في البيوت المحمية. نشرة إرشادية رقم 52. مركز الإرشاد الزراعي، كلية الزراعة،

جامعة الملك سعود، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية. 76 صفحة.

الحازمي، أحمد بن سعد، فهد بن عبدالله اليحيي، أحمد عبد السميع وعمرو علي الشربيني. **2002**. الإصدار رقم 5. سلسلة الإصدارات العلمية للجمعية السعودية للعلوم الزراعية، الرياض، المملكة العربية السعودية. 40 صفحة.

عمران، زكريا. **1995**. علم النيماتودا. مكتب الإعلام، وزارة الزراعة، السلطة الوطنية الفلسطينية. نشرة إرشادية. 34 صفحة.

اليحيي، فهد بن عبدالله، أحمد سعد الحازمي وأحمد عبد السميع إبراهيم.1997. نيماتودا حوصلات الحبوب في المملكة العربية السعودية. نشرة إرشادية رقم 48. مركز الإرشاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية. 20 صفحة.

Mamluk, O., W. Abu-Gharbieh, G. Shaw, A. Al-Musa, and L. Al-Banna. 1984. A Checklist of Plant Diseases in Jordan. Fac. of Agri. Publ., Univ. of Jordan. 107 pp.

6. معوقات تطور علم نيماتودا النبات في البلدان العربية

Obstacles of phytonematology development the in Arab countries

من خلال مسيرتنا في هذا التخصص وعلى مدى الخمسة عقود الماضية تبين لنا أنه رغم الوعي المتزايد بالأهمية الاقتصادية للنيماتودا وتزايد أعداد المتخصصين في هذا المجال، إلا أنه ما زالت هناك معوقات مهمة تعترض تطور وتقدم علم نيماتودا النبات وتطبيقاته في البلدان العربية. وتعود تلك المعوقات في بعض أصولها وجذورها الى عوامل تستهدف القطاع الزراعي بمجمله، ويمكن إيجازها بشكل عام في ما يلي:

1. النقص في عدد الكوادر المتخصصة. فنجد أن عدد المتخصصين في مجال أمراض النبات النيماتودية في الوطن العربي 2008 (لم يتجاوز 150 متخصصاً).

2. غياب التنسيق والتعاون بين المتخصصين. إذ يجمعُ المختصون على أنه لا يوجد تنسيق منظم ترعاه هيئة أو منظمة عليا أو جمعية علمية عربية متخصصة، لذلك نأمل أن يكون هناك تنسيق على مستوى الهيئات أو المؤسسات العربية العليا.
3. غياب الوعي بخطورة أمراض النبات النيماتودية. أدي صغر حجم النيماتودا المتطفلة على النبات، وكذلك البطء في تكشف أعراض الإصابة الظاهرية، والتدرج في انخفاض الإنتاج المحصولي الزراعي إلي جعل المزارعين والمستثمرين لا يدركون حجم المشكلة وهذا يؤكد على عدم إدراكهم للأهمية الاقتصادية للنيماتودا.
4. ضعف الموارد المالية. انعكست الظروف الاقتصادية للعديد من البلدان العربية سلباً على المعطيات العلمية والدعم اللازم لإدارة الأمراض النباتية، بما في ذلك النيماتودا. من ذلك عدم وجود الدعم الكافي للقيام بالأبحاث العلمية ومتابعتها عن طريق الإرشاد الزراعي الفعال.
5. نقص الأجهزة المعملية نتيجة لقلة الموارد المالية في أغلب الدول العربية، حيث تفتقر المراكز البحثية إلى تأمين الأجهزة المعملية اللازمة لاستخلاص النيماتودا ودراستها باستخدام الميكروسكوبات المتطورة، وغير ذلك من الأجهزة والمعدات.
6. ضعف النشاط الإعلامي والإرشادي. يحتاج الأمر إلى تكثيف النشاط الإعلامي المرئي والمسموع والمقروء، بهدف تثقيف جمهور المزارعين المعنيين بمشاكل النيماتودا وأبعادها الاقتصادية، وبأهمية ووسائل مكافحتها. كما يتعين على أجهزة الإرشاد الزراعي، بالتعاون مع المختصين، إجراء المشاهدات الحقلية لتدريب المزارعين على التدابير الفعالة للتغلب على مشاكل الإصابة بآفات النيماتودا.

7. الخلاصة Conclusion

بدأ الاهتمام في تخصص نيماتودا النبات في البلدان العربية منذ نصف قرن ونيف، وهذا يعني أننا لم نتخلف طويلاً عن الأمم الأخرى في مقاربة هذا المجال، الذي انبثق عن علم أمراض النبات العام. وقد كان الإجراء الأهم هو إيفاد عدد محدود من المبعوثين، خاصة من مصر، للتخصص في علم نيماتودا النبات الذي بدأ يتشكل في الولايات المتحدة ودول أوروبا

الغربية. تلا ذلك إيفاد أعداد متزايدة من مصر ومن عدد من البلدان العربية للتخصص في هذا المجال. عاد هؤلاء المبعوثون للعمل، في معظمهم، في الجامعات وتدريب وتأهيل الطلبة، وقلة منهم عملوا في المؤسسات الزراعية الرسمية الخدمية. وفي العقدين الأخيرين، بدأت تتخرج أجيال أخرى من المتخصصين في مجال النيماتودا، ممن درسوا على الأساتذة الأوائل أو تلامذتهم، أو قلة منهم ممن حصلوا على تدريب خارجي، نظراً للكلفة الباهظة للتعليم في البلدان الغربية. وفي الوقت الراهن يبلغ عدد المتخصصين من حملة الدكتوراه في مجال نيماتودا النبات في البلدان العربية حوالي مئة وخمسين، منهم حوالي مئة في مصر.

منذ عودة الرعيل الأول من المتخصصين، بدؤوا إجراء البحوث العلمية في مجالات النيماتودا المختلفة، وكانت غالبية الدراسات استكشافية مسحية، بهدف التعرف على أجناس نيماتودا النبات التي تعتري المحاصيل الاقتصادية. وكان التعريف إلى مستوى النوع species محدوداً ويعتمد على دراية الباحث المختص أو بمساعدة متخصصين أجانب. أمّا المجال البحثي المهم الآخر فقد استهدف مكافحة النيماتودا، وكان نصيب استخدام مبيدات النيماتودا من هذه البحوث الأكثر تناولاً. وتلا ذلك الأبحاث الخاصة باستخدام المكافحة الحيوية والتدابير الزراعية المختلفة وتعقيم التربة بالطاقة الشمسية. كذلك، فقد كان نصيب البحوث المتعلقة بإحيائية وبيئة النيماتودا جيداً، في حين كان النشاط البحثي في مجالات تعريف وتصنيف النيماتودا شحيحاً للغاية، وذلك بسبب ندرة المتخصصين في هذا المجال في الوطن العربي.

وأخيراً، باعتماد أعداد ونوعية البحوث المنشورة، والمعلومات التي أمكن الحصول عليها من الزملاء ذوي الخبرة، كان من الجلي أن نيماتودا تعقد الجذور هي الأكثر انتشاراً والأشد ضَرراً على الغالبية العظمى من المحاصيل الزراعية، خاصة الخضروات، في البلدان العربية، تلاها في ذلك نيماتودا التقرح والنيماتودا الحوصلية ونيماتودا الموالح ونيماتودا السوق والأبصال، وغيرها، ولكن مع الأخذ بالاعتبار إمكانية اختلاف ترتيب الأهمية من بلد عربي لآخر. كان من اللافت ندرة التجارب والدراسات التي تعاطت مع تقدير الأضرار والخسائر الحقلية الناجمة عن الإصابة بأنواع النيماتودا المختلفة. مثل هذه المعلومات تعد أساسية لتحديد ترتيب الأهمية الاقتصادية لأجناس النيماتودا على مستوى الوطن العربي.

شكر خاص:

يتوجه مؤلفو الفصل الخامس من هذا الكتاب بوافر الشكر وعظيم الإمتنان للأخوة الزملاء والأخوات الزميلات الذين رفدوا الفصل بكثير من التفاصيل والمعلومات(وذلك من خلال تعبئة استبانه خاصة)، والتي لولاها لما كان بالإمكان إخراج الفصل كما جاء، وهم: الأساتذة الدكاترة محمود يوسف، محمد مصطفى شمس الدين، سيد منتصر، أحمد الشريف، ومحفوظ عبد الجواد من مصر؛ وزهير اسطفان وسليمان عمّي من العراق؛ وموفق كراجه ومحمد قاسم من الأردن؛ وأحمد الحازمي وسليمان الرحياني من السعودية؛ وخليفة دعباج من ليبيا؛ والسيد عبد الله بن زغيو من اليمن؛ وعبد المجيد ياسين من السودان. وخالد العسس وندى ألوف من سورية؛ ونجاة حريق رواتي من تونس؛ و فؤاد عباد أندالوسي من المغرب.

8. المراجع References

أبوغربية، وليد. 1963. تجارب أمراض النبات. دائرة البحث العلمي، وزارة الزراعة، الأردن. التقرير السنوي لمحطة الفارعة للتجارب الزراعية: صفحات 13- 21.

أبوغربية، وليد. 1994. نيماتودا تعقد الجذور في الأردن: دراسات حول أنواعها ونشاطاتها الحيوية ومكافحتها. منشورات الجامعة الأردنية، عمادة البحث العلمي. (الطبعة الثانية). 97 صفحة.

الوادي، جواد عاشور. 1990. حصر مبدئي لأمراض أشجار الفاكهة بقطاع غزة. المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة عين شمس، 15: 381- 400.

Abbad Andaloussi, F. 1982. Efficacité compare de la silarisation et des traitments chimiques du sol dans la lutte centre les nematodes à galles (*Meloidogyne* spp.) associée à la tomate sous tunnel plastique. Thése Ingénieur d'Etat,, 1982, IAV Hassan II, 61 p.

Abdou, B.A. 1972. A preliminary survey of plant parasitic nematodes in the central region of Saudi Arabia. Bull. Fac. Sci., Riyadh Univ., 4:89-98.

Al-Hazmi, A. S., Z.M. Abul-Hayja, and I.Y. Trabulsi. 1983. Plant parasitic nematodes in Al-Kharj region of Saudi Arabia. Nematol. Medit., 11: 209-212.

Al-Yahya, F.A., A.S. Al-Hazmi and M.A. El-Saedy. 1988. Effect of treated sewage water on egg hatch and infectivity of *Tylenchulus semipenetrans*. Nematol. Medit. ,16: 13-15.

B'Chir, M.M. 1979. Contribution to study morphological, anatomical and ecological Some Species of the genus *Aphelenchoides* (Nematoda: Aphelenchoides) Doct. D'Etat Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 206 pp.

Barker, K.R. 2003. Perspectives on plant and soil nematology. Ann. Rev. Phytopathol., 41: 1- 25.

Bridge, J. 1978. Plant nematology in Jordan. A report on a visit to Jordan. April 3-15, 1978. Submitted to ODM, UK.

Carraro, G. 1958. Sulla Prezenza in Tripolitania del nematode degli agrumi *Tylenchulus semipenetrans* . Redia, Florence, 43: 103-105.

Cobb, N.A. 1913. Notes on *Mononchus* and *Tylenchulus*. Wash. Acad. Sci., 3: 288-289.

Cohn, E and G. Minz. 1961. Citrus nematode on American persimmon in Israel. Plant Dis. Rep., 45:505.

Daday, E.V. 1910. Ergebisse der mit subven-tionaus der Erbschaft Treit unternommenen Zoologischen Forschungsereise Dr. Franz Werner's ach dem ägyptischen Sudan und Nord Uganda, XI. Beiträge zur Kenntnis der Microfauna des Nils. *Sber Akad Wiss. Wien, Math.*

Debray, F. et E. Maupas. 1896. Le *Tylenchulus devastatrix* Kuhn et la maladie vermiculaire des fèves en Algérie .Algérie. Agricole., 1-55.

Decker, H. and E.M. Elamin. 1960. Observations on nematodes in the roots of plants in the Sudan. Pl. Prot. Bull., FAO, 8: 110 –112.

Decker, H., A.M. Yassin and E.M. Elamin. 1980. Plant Nematology in the Sudan, a review article. Zeitschrift fur Angewandte Zoologie., 67: 1 - 20.

Eissa, M.F.M, A.A. Saleem &, F.M. El-Samiraii. 1977. Susceptibility of some grape-vine cultivars to the southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919 Chitwood, 1949) in Saudi Arabia. Pp. 318-323. In: Proc. 1st Conf. Biolo. Aspe. Saudi Arabia, 15-17 January, Riyadh Univ. Saudi Arabia.

Edongali, E.A. and K.H. Dabaj. 1982. Preliminary survey of nematodes associated with vegetable crops in western Libya. Libyan J. Agri., 11: 201-204.

Edongal, E.A. and M. Dabaj. 1982. Cauliflower (Brassica oleracea cv. capitata) cyst nematode in Lybia. Lybia J. Agric., 11: 205.

Franklin, M.T. 1969. *Heterodera latipons* n. sp. A cereal cyst nematode from the Mediterranean region. Nematologica, 15: 535-542.

Greco, N., M. DiVito, M.V. Reddy and M.C. Saxena. 1984. A preliminary report of survey of plant parasitic nematodes of leguminous crops in Syria. Nematol. Medite., 12: 87-93.

Hanounik, S.B. and R.A. Sikora. 1980. Report of stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*) on faba bean in Syria. Fabis, 2: 49.

Horrigue- Raouani, N. 2003. Variability of host-parasite relationship in the case of *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Meloidogynidae). Fifth Arab Cong. Plant Prot. November, 27th - December 2nd, Fez, Morocco (Abstract).

Ibrahim, M.S.K.A., M.W. Taha and M.W.A. Hassan 1985. Biological and chemical control of *Tylenchulus semipenetrans* and *Meloidogyne* spp. Egyptian Journal of Nematology, 17: 494 (Abstract).

Ibrahim, S.K., A. Saad, P.P.J. Haycock and Y. Al-Masry. 2000. Occurrence of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* in Lebanon. Nematology, 2: 125-128.

Janati, A., Aouragh, E.H. and Meskine, M. 1982. The root-knot nematode *Meloidogyne* spp. Proc. 3rd Res. Plan. Conf. Root nematode, *Meloidogyne* spp. Coibria, Potugal, 13-17 sept, 85-93.

Jenkins, W.R. and D.P. Taylor. 1967. Plant Nematology. Reinhold's Pub. Corp. 270 pp.

Khalidy, R.M. 1962. A Survey on the occurrence of nematodes on banana in Lebanon. Lebanon, Fac. of Agri. Sci., American Univ., Beirut, Pamphlet C.P. 19.

Loof, P.P.A. M. Oostenbrink and A.M.Yassin. 1970. Three new species of plant parasitic nematodes from the Sudan with notes on *Xiphinema basiri* Siddiqi, 1959. Nematologica, 16: 537 - 546.

Mamluk, O. F. 1993. Report of pathology work in the pasture and forage improvement program (1981- 1983). ICARDA, Internal document. 25pp.

Oteifa, B.A. 1953. Development of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* as affected by potassium nutrition of the host. Phytopathology, 43: 171-174.

Rammah, A. 2001. Combinson de la solarisation et du fenamiphos pour la disinfection du sol du bananier sous serre de nematode á gells (*Meloidogyne javanica*). Institut agronomique et vétérinaire hassan II, rabat, Marco. Proceedings du Symposium sur la protection intégrée des cultures, dans la région Méditerranéenne, pp. 347-351.

Saad, A.T. and M. Tanveer. 1970. Prevalence and host range of *Meloidogyne* species in Lebanon. FAO Plant Prot. Bull., 31-35.

Schneider, W. 1935. Freilebende nematoden. Archiv fur Hydrobiologie, 29: 1 – 20.

Schreiber, E.R. 1978. Biologie, importance et moyens de contrôle du nématode des tiges sur féve au Maroc.Bulletin de la Protection des Cultures (4):3-30.

Scotto La Massese, J.C. 1962. Aperçu sur les problèmes posés par les nématodes en Algérie.Ass.Coor.Trav.Agri.F.N.H.P.C. Versailles.pp 83-105.

Siddiqui, Z.A and W.M. Khan. 1986. Nematode problems of some fruit trees in Libya. Int. Nematol. Network NewsL, 3: 82-90.

Siddiqui, Z.A. 1979. Preliminary survey for plant parasitic nematodes of some fruit tree nurseries. Agri. Res. Cent., Plant Prot. Res. Unit.

Talhouk, A.M. 1957. Report on the diseases and insect pests of crops found in the Eastern Province of Saudi Arabia. Dhahran, Saudi Arabia, Arabian American Oil Company. 86 pp.

Taylor, D.P., A.T. Saad and W. E. Schlosser. 1972. Occurrence and distribution of plant-parasitic nematodes in Lebanon. FAO Plant Prot. Bull., 20: 105-110.

Taylor, D.P., W.E. Schlosser and A. T. Saad. 1970. First report of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*, from Lebanon. Plant Dis. Reptr, 5: 435-436.

Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. McGraw-Hill Book Company. 553 pp.

Villardebo, A. 1963. Etude sur les nématodes parasite des agrumes. Awamia 7:57-70.

Vovlas, N., N. Greco and M. Di Vito. 1985. *Heterodera ciceri* sp. n. (Nematoda: Heteroderidae) on *Cicer arietinium* L. from northern Syria. Nematol. medit., 13: 239-252.

الفصل السادس

أضرار نيماتودا النبات وأهميتها الاقتصادية في الدول العربية

Nematode Damage and Economic Importance in the Arab Countries

أحمد سعد الحازمي[1] و وليد إبراهيم أبو غربية[2]

(1) كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.

(2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

المحتويات

1. مقدمة	Introduction
2. آليات (ميكانيكيات) إحداث النيماتودا أضرارا للنبات	Mechanisms of nematode pathogenesis
3. العوامل المؤثرة (المحددة) لشدة الضرر	Factors influencing disease severity
4. كيفية تقدير الخسائر الناتجة عن الإصابة بالنيماتودا	Assessment of crop losses caused by nematodes
5. الأهمية الاقتصادية لنيماتودا النبات	Economic Importance of Plant Parasitic Nematodes
6. الأهمية الاقتصادية للنيماتودا في البلدان العربية	Economic Importance of phytonematodes in the Arab countries
6- 1. الدراسات والبحوث العربية	Studies and research in the Arab countries
6- 2. النيماتودا الأكثر أهمية في البلدان العربية	The most important phytonematodes
7. الخلاصة	Conclusion
8. المراجع	References

1. مقدمة Introduction

يعود ظهور علم نيماتودا النبات Plant Nematology كعلم مستقل بذاته في منتصف القرن العشرين الماضي إلى عدة عوامل، لعل من أهمها تلك الخسائر الاقتصادية والأضرار الكبيرة التي تسببها النيماتودا على عوائلها النباتية العديدة. وعليه، كان ومازال الهدف من مكافحة نيماتودا النبات - وبالتالي الأمراض والأضرار التي تسببها- هو خفض كثافتها في التربة، ومن ثم خفض الخسائر المحصولية التي تسببها إلى ما دون حد الضرر الاقتصادي Economic threshold. وهذا الحد الاقتصادي، لا شك، ذو قيمة ديناميكية تتغير من موسم إلى آخر ومن نيماتودا إلى أخرى، لكنه يظل الحد المقبول اقتصادياً تحت الظروف البيولوجية والفيزيائية والاقتصادية السائدة مكاناً وزماناً.

تسبب نيماتودا النبات أضراراً على عوائلها المختلفة، وذلك من خلال واحدة أو أكثر من الطرق التالية (الحازمي، 2009):

أ. تغيير في فسيولوجية العائل المصاب، فينتج عن ذلك إما تكوين عقد على الجذور أو الأجزاء الأخرى من النبات، أو أنه يحدث تقزم في النبات.

ب. تثبيط في نمو الجذور، أو موت لأنسجته، أو كليهما معاً.

ج. إحداث خلل في عملية امتصاص الجذر للماء والعناصر الغذائية، وكذلك في نقلها وتوزيعها في النبات.

د. تعمل الإصابة على تهيئة النبات المصاب وجعله أكثر قابلية للإصابة بأمراض أخرى.

هـ. تنقل بعض أجناس النيماتودا عدداً من الفيروسات النباتية المرضة من نبات إلى آخر.

و. تؤدي إصابة النباتات بالنيماتودا أحياناً إلى فقد صفة المقاومة ضد مسببات مرضية كان مقاوماً لها سابقاً.

ز. تثبيط تكوين العقد البكتيرية النافعة على جذور البقوليات.

ح. تثبيط نمو عمل فطريات الميكورايزا المفيدة للجذور وكفاءتها.

2. آليات (ميكانيكيات) إحداث النيماتودا أضرارا للنبات
Mechanisms of nematode pathogenesis

في الحقيقة، إن الآليات الأساسية في عملية إحداث النيماتودا للمرض على النبات غير مفهومة تماماً. ومع ذلك، فهناك بعض المعلومات المتوفرة عن حالات خاصة من استجابة بعض النباتات لأجناس معينة من النيماتودا، خاصة ذات التطفل الداخلي أو التخصص العوائلي الضيق، مثل آليات تكوين العقد الجذرية، والتقرحات، والتعفنات الجافة، والحساسية الشديدة (فرط الحساسية) على بعض النباتات المصابة (الحازمي، 2009).

تسبب العصارات الهاضمة (Hussey, 1989)، التي تدفع بها النيماتودا من غددها المريئية إلى داخل أنسجة وخلايا العائل المصاب، التأثيرات التالية:

أ. قد تكون هذه العصارات المريئية سامة لخلايا النبات.

ب. قد تؤدي هذه العصارات إلى إخلال في عملية الأيض الطبيعي Metabolism لخلايا النبات، وهذا الخلل قد ينتج عنه:

ب أ. زيادة كبيرة في حجم خلايا النسيج المصاب Hypertrophy.

ب ب. زيادة كبيرة في معدل انقسام الخلايا في النسيج المصاب Hyperplasia.

ب ج تثبيط ضار ومؤثر في معدل انقسام الخلايا Hypoplasia وخاصة في المناطق المرستيمية النشطة.

ج. قد تحتوي هذه العصارات على إنزيمات محللة، مثل إنزيم البكتنيز Pectinase الذي يحلل ويذيب الصفائح الوسطى للخلايا، وبالتالي تنفصل الخلايا بعضها عن بعض، ومن ثم يتهتك النسيج المصاب.

تكتنف دراسة آليات إحداث النيماتودا للمرض (أو الضرر) على النبات وبشكل دقيق بعض الصعوبات الفنية، لعل من أهمها صعوبة تطبيق فرضيات كوخ تماماً، وكذلك مشاركة وتفاعل (تآثر) مسببات مرضية أخرى، كالفطريات والبكتيريا مع النيماتودا في إحداث الضرر على النبات.

3. العوامل المؤثرة (المحددة) لشدة الضرر
Factors influencing disease severity

بصورة عامة، تعتمد شدة الضرر وطبيعته على عدة عوامل، لعل من أهمها: 1) نوع النبات وصنفه ودرجة قابليته للإصابة؛ 2) نوع النيماتودا، وسلالتها، ونوع تطفلها (داخلي أو خارجي)؛ 3) مستوى تلوث التربة بالنيماتودا (مستوى اللقاح)؛ 4) قوام التربة، وخصوبتها، ودرجة حرارتها؛ 5) عوامل البيئة الأخرى المحيطة، سواء العوامل البيولوجية أو الفيزيائية؛ 6) إصابة النبات بآفات أخرى غير النيماتودا.

4. كيفية تقدير الخسائر الناتجة عن الإصابة بالنيماتودا
Assessment of crop losses caused by nematodes

تعد عملية تقدير الخسائر الناتجة عن أمراض النبات عموماً (بما فيها النيماتودا) عملية صعبة. إذ كيف يمكن تقدير مثل هذه الخسائر في الوقت الذي تتدخل فيه عوامل أخرى عديدة –غير المسببات المرضية– التي تؤثر على الصحة العامة للنبات، وبالتالي تتدخل بمدى الإضرار به وحجم الخسائر التي يتكبدها. ولكن، يمكن التغلب على بعض هذه الصعوبات وتحييد تأثيراتها، بحيث يتم القيام بتجارب مكثفة تستبعد فيها أية عوامل غير المسبب المرضي تحت الدراسة.

هناك بضعة طرق تستعمل في دراسات الخسائر المرضية من أجل الحصول على معلومات ونتائج تستخدم لاحقاً في تطوير نماذج رياضية تربط أداء المحصول بأعداد النيماتودا المرافقة للنباتات، وهذه تقاس بما يسمى Nematode- damage function وهي تعبر عن مستوى (شدة) المرض النباتي بالخسائر المتوقعة، ولكل طريقة لها مميزاتها وعيوبها. يعتمد اختيار الطريقة المناسبة على الأهداف الخاصة بالدراسة، وعلى الظروف المصاحبة لكل حالة. وهنا تكمن الصعوبة في اختيار الطريقة الأكثر كفاءة ومناسبة للهدف المطلوب. من هذه الطرق ما يلي (Campbell and Medden, 1990، Zadoks and Shein, 1979):

4- 1. تقدير (تصريح) المسؤول المختص The statement of authority

عندما لا يوجد معلومات دقيقة عن الخسائر، ولا يترتب على هذا التقدير اتخاذ قرارات كبيرة ومكلفة، يعد تصريح (تقدير) الشخص المختص المتمرس في دراسات تقدير الخسائر، عن الخسائر التي لحقت بمحصول ما في الموسم السابق – مثلاً– كافياً ورسمياً.

4- 2. الاستبانات (الاستطلاعات) The inquiries

وهي طريقة بسيطة وغير مكلفة لتقدير الخسائر المرضية. وتأتي هذه الاستطلاعات على أشكال وصور مختلفة، لعل من أهمها الاستطلاعات التي على شكل أسئلة (استبانات) ترسل للمختصين والمزارعين المتميزين لمعرفة تقديراتهم الشخصية عن الخسائر في هذا الموسم مثلاً. وهي طريقة قديمة إلا أنها ما زالت تستخدم أحياناً.

4- 3. التجارب الحقلية Field experiments

وقد تسمى بالتقديرات البحثية Experimental determinations. تستخدم هذه الطريقة عندما نحتاج إلى معلومات حقيقية أو دقيقة عن الخسائر المرضية يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ قرارات مهمة. في هذه الحالة، تعد هذه الطريقة هي الطريقة الأمثل والوحيدة في هذا المجال. ومن متطلباتها معرفة وتحديد المحصول المكن تحقيقه Attainable yield أو المحصول الاقتصادي Economic yield لاستخدامه كمرجع للمقارنة As a reference crop. كما أنه لابد من تجنب الأخطاء الإحصائية في عمليات تصميم التجربة، وأخذ العينات، والتقديرات. وفي حالة تقدير الخسائر على مساحات كبيرة من البلد فإنه يفضل عادة تكرار إجراء مثل هذه التجارب مرة كل بضعة سنوات. (على الأقل لفترة ثلاث سنوات متتالية).

4- 4. تجارب الأحواض الصغيرة Microplot experiments

إنّ تجارب الأحواض الصغيرة Microplots من أفضل الطرق وأكثرها استخداماً في تقدير الخسائر المرضية الناتجة عن الإصابة بالنيماتودا، وكذلك عن أمراض التربة عامة. وهذه الطريقة قد صممت أساساً لتقدير الخسائر الناتجة عن الإصابة بالنيماتودا. وتتلخص هذه الطريقة بعمل أحواض صغيرة (دائرية أو مستطيلة) في الحقل من مادة الفايبرجلاس أو الأسمنت. ثم تلقح التربة في هذه الأحواض بمستويات مختلفة من النيماتودا المطلوب دراستها، ثم تزرع الأحواض بالعائل. وغالباً يتم معاملة التربة في الأحواض بمبيد مدخن قبل وضع اللقاح بمدة كافية، وذلك للتخلص من الأحياء والآفات الأخرى بالتربة. وعند نضج المحصول يحصد، ويقدر إنتاج كل حوض على حدة، ثم يحسب متوسط الإنتاج عند كل مستوى لقاح. ثم يربط – رياضياً- مستوى كل لقاح مع الخسارة المحصولية المقابلة له. وتشكل هذه النتائج الأساس لبناء نموذج رياضي يربط الخسائر في المحصول مع شدة المرض.

4- 5. الطريقة الشاملة (المسح) Synoptic (survey) method

وقد تسمى هذه الطريقة بالمسوحات الحقلية Field Surveys. وهذه الطريقة تستخدم عند الرغبة في تقدير الخسائر المرضية على مستوى المنطقة أو البلد. ومن أبسط صورها عمل حصر لشدة المرض في المنطقة، ومن ثم يتم تقدير الخسائر باستخدام نموذج رياضي يربط الخسارة (الفقد) المتوقعة مع شدة المرض الحالية.

وفي هذه الطريقة يجري قياس جميع التغيرات الخاصة بالصفات البيولوجية والفيزيائية للنبات المزروع والحقل، بما فيها شدة المرض ودرجة انتشاره على فترات خلال الموسم. وعادة لا يجري هنا أي تدخل لتغيير مستويات شدة المرض، بل كل ما يتم عمله هنا هو المسوحات الحقلية لتجميع المعلومات عن مستويات شدة المرض. بل كل ما يتم عمله هنا هو المسوحات الحقلية لتجميع المعلومات عن مستويات شدة المرض والخسائر المحصولية المقابلة لكل مستوى.

4- 6. التصوير الجوي (المسوحات الجوية) Arial photography

وهي طريقة تستخدم لربط إجهاد النبات (الناتج عن بعض الأمراض والأضرار) مع الخسائر المتوقعة للمحصول. كما أن لهذه الطريقة أهمية كبيرة في دراسات وبائيات الأمراض.

ومن أهم عيوب طريقتي المسوحات الحقلية أو الجوية هو أن مدى Range شدة المرض في المنطقة المدروسة قد لا تكون بالشدة الكافية خلال الموسم الواحد بحيث يمكن تقدير أهمية (دور) المرض كعامل محدد للإنتاج تقديراً يمكن الاعتماد عليه. ومع ذلك، فطرق المسوحات تنال الآن تركيزاً واهتماماً متزايداً مع الوقت.

5. الأهمية الاقتصادية لنيماتودا النبات

Economic Importance of Plant Parasitic Nematodes

5- 1. الخسائر المادية Monetary value

تنتشر الأجناس والأنواع المختلفة من نيماتودا النبات في معظم –إن لم يكن في جميع– المناطق الزراعية في العالم ، ويتطفل معظمها على محاصيل اقتصادية مهمة مسببة أمراضاً أو أضراراً على تلك المحاصيل. وتتراوح نسبة الخسائر الاقتصادية Economic losses من طفيفة جداً (أقل من 1٪) إلى فقد كامل للمحصول (100٪). ويقدر المختصون أنه على المستوى العالمي يتراوح الفقد السنوي في المحاصيل الاقتصادية نتيجة الإصابة بالنيماتودا بين 3,3٪ في محصول الشيلم (rye) إلى 20,6٪ في الطماطم، وبمتوسط عالمي يقدر بحوالي 12,3٪ (Sasser, 1989) (جدول 1). ومع ذلك، ما زال البعض لا يولي هذه الآفات النيماتودية الخطرة الاهتمام الكافي. وقد يعود عدم الاهتمام إلى عدة أسباب، لعل من أهمها سببان رئيسيان. السبب الأول هو أن غالبية النيماتودا تصيب أجزاء النبات تحت سطح التربة، وقد لا تكون الأعراض التي تسببها النيماتودا على عوائلها المختلفة – في كثير من الأحيان– بدرجة الوضوح التي تحدثها الإصابة بالفطريات أو الحشرات. والسبب الثاني هو أن النيماتودا – ورغم أضرارها الاقتصادية– لا تقتل عوائلها النباتية بسرعة وبصورة مفاجئة بحيث ينتبه المزارع إلى ذلك، ولكنها تحدث تدهوراً

مستمراً متدرجاً في النبات. ومثل هذا التدهور المستمر والمتدرج لا يأتي بصورة أضرار واضحة وبارزة، كالتي تحدثها الآفات الأخرى على أجزاء النبات فوق سطح التربة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن نقول بندرة الدراسات الاقتصادية الحقلية، الدقيقة، والدورية، عن الخسائر التي تسببها النيماتودا على عوائلها المختلفة، خاصة في الدول النامية ومنها الدول العربية. هذا بالإضافة، إلى أن المزارع في هذه البلدان يظل قانعاً بإنتاجه – رغم الإصابة والخسائر- باعتبارها أموراً عادية عند مقارنة إنتاجه مع إنتاج المزارعين المجاورين. كل ذلك أدى إلى ندرة المعلومات عن الخسائر الحقيقية والأهمية الاقتصادية التي تسببها النيماتودا على عوائلها المختلفة في الدول النامية.

5- 2. النيماتودا الأكثر أهمية في العالم

The most important nematodes

في دراسة استقصائية قام الباحثان Sasser and Freckman (1987) بإجراء استطلاع رأي شمل 371 متخصصاً في 75 بلداً في العالم، ووجد الباحثان أن الأجناس العشرة الأكثر أهمية وضرراً على المستوى العالمي – وحسب الترتيب التنازلي- هي: 1- نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne*، 2- نيماتودا التقرح *Pratylenchus*، 3- نيماتودا الحوصلات *Heterodera*، 4- نيماتودا السوق والأبصال *Ditylenchus*، 5- نيماتودا حوصلات (البطاطس) *Globodera*، 6- نيماتودا الموالح / الحمضيات *Tylenchulus semipenetrans*، 7- النيماتودا الخنجرية *Xiphinema*، 8- النيماتودا الحفارة (الحافرة) *Radopholus*، 9- النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus*، 10- النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus*.

وقد أشار الباحثان الى أن الترتيب العالمي (حسب الأهمية) المشار إليه أعلاه قد يختلف من بلد إلى آخر، ومن وقت لآخر. وقد وجدا– في الدراسة نفسها – أن ترتيب الأهمية النسبية لأجناس النيماتودا في أوروبا تنازلياً جاء على النحو التالي: *Heterodera*، *Globodera*، *Meloidogyne*، *Ditylenchus*، *Pratylenchus*، *Aphelenchoides*، *Xiphinema*، *Trichodorus &Paratrichodorus*، *Longidorus*، و*Tylenchulus*.

6. الأهمية الاقتصادية للنيماتودا في البلدان العربية
Economic importance of phytonematodes in the Arab countries

يعاني مجال نيماتودا النبات في البلدان العربية فقراً شديداً في الدراسات والمعلومات المتعلقة بالأضرار والخسائر التي تعتري المحاصيل الزراعية جراء إصابتها بالأنواع المختلفة من نيماتودا النبات(Abd-Elgawad and Aboul-Eid, 2005) . في الماضي، كان مثل هذا الوضع سائداً في مختلف أنحاء العالم، إما لصعوبة إجراء الدراسات الحقلية أو بسبب تعدد العناصر التي تتدخل في التأثير على نتائج الدراسات، أو لعدم توفر الوسائل والمنهجيات العلمية المعتمدة على مستوى المزرعة أو المنطقة أو القطر، إلاّ أن توفر المعادلات الرياضية في العقود الأخيرة جعل قياس نسبة الخسائر أمراً ممكناً. ولكن رغم ذلك، فإن الدراسات الحقلية في البلدان العربية التي تستهدف إعطاء تقديرات للمعدل السنوي للخسائر التي تتعرض لها المحاصيل الزراعية جراء إصابتها بنيماتودا النبات، ما زالت محدودة للغاية. معظم التقديرات المتاحة حاليا هي في واقع الأمر نسب يقدرها أصحاب الخبرة من المعنيين والمختصين في نيماتودا النبات في البلدان العربية المختلفة. وتأتي هذه التقديرات إما من متابعة التقارير العلمية المستقاة من نتائج البحوث العلمية التي أجريت في البيوت الزجاجية أو في الحقول المغطاة أو المكشوفة، أو من خلال تقدير ذوي الخبرة للعلاقة المرضية بين أعداد النيماتودا المعنية وقدرتها على إحداث أضرار، أو خسائر بنسب معينة في كمية ونوعية المحصول مع مراعاة الظروف المؤثرة السائدة.

تختلف تقديرات الخسائر الناجمة عن إصابة المحاصيل الزراعية بالنيماتودا اختلافاً بينا، وذلك – كما أشرنا سابقاً– وفقا لنوع النيماتودا وأعدادها، وحساسية المحصول للإصابة، والظروف الأخرى المرافقة. ففي بعض الحالات، تصل النسب المئوية للخسائر أو الأضرار إلى ما يزيد عن 50٪ وقد تصل إلى 90٪. مثل هذه التقديرات تعود عادة إلى عدوى شديدة بالنيماتودا في تجارب تتم في البيوت الزجاجية أو البلاستيكية. ولكن عند تقدير الخسائر على مستوى الحقل أو البلد أو المنطقة، فإن باستطاعة الخبير أن يقدر تفاوت الإصابة بين الحقول، وأن الضرر العام الناجم عن الإصابة بأحد أنواع النيماتودا المرافقة أو

المسببة للحالة المرضية يكون عادة في نطاق أو مستوى يتفاوت بين أقل من 5٪ إلى ما يزيد قليلاً عن 20٪ (جدول1)، فيما عدا حالات خاصة قد تكون استثنائية.

جدول 1. تقدير الخسائر المحصولية السنوية الناتجة عن الإصابة بنيماتودا النبات على المستوى العالمي.

محاصيل مهمة غذائياً	الفقد ٪	محاصيل مهمة اقتصاديا	الفقد ٪
موز	19.7	كاكاو	10.5
شعير	6.3	موالح	14.2
كسافا	8.4	بن	15.0
حمص	13.7	قطن	10.7
جوز الهند	17.1	لوبيا	15.1
ذرة شامية	10.2	باذنجان	16.9
فاصوليا	10.9	أعلاف خضراء	8.2
دخن	11.8	عنب	12.5
شوفان	4.2	جوافة	10.8
فول سوداني	12.0	شمام	13.8
لوبيا الحمام	13.2	أخرى	17.3
بطاطس	12.2	باميا	20.4
أرز	10.0	شجيرات زينة	11.1
شيلم	3.3	الباباظ	15.1
ذرة رفيعة	6.6	فلفل أخضر	12.2
فول الصويا	10.6	أناناس	14.9
بنجر السكر	10.9	شاي	8.2
قصب السكر	15.3	تبغ	14.7
البطاطا الحلوة	10.2	طماطم	20.6
القمح	7.0	يام	17.7
المتوسط	10.7٪	المتوسط	14.0٪
المتوسط العام 12.3			

المصدر: Sasser, 1989.

وفي ضوء ما بيّنا سوف نجتهد في وضع تصور أوليّ لمدى الأضرار والخسائر التي تعتري بعض المحاصيل الزراعية في الوطن العربي، مستلهمين نتائج الأبحاث العلمية المنشورة من جهة، ومستعينين بآراء بعض من تفضلوا بتقديم آرائهم وخبرتهم الخاصة من بعض الزملاء في البلدان العربية المختلفة (وذلك من خلال تعبئة استبانه خاصة).

6- 1. الدراسات والبحوث في البلدان العربية

في محاولة لمعرفة أعداد الدراسات التي تناولت أجناس نيماتودا النبات الأكثر أهمية في البلدان العربية، تم استعراض 875 بحثاً (لا تشمل دراسات مسوحات النيماتودا). ولقد تبين أن نيماتودا تعقد الجذور استحوذت على 57,1٪ من عدد البحوث، تلتها في ذلك كل من نيماتودا الموالح 8,8٪ ، الحوصلات 7,3٪، الكلوية 7,2٪ ، ونيماتودا التقرح 5,5٪. أما الأجناس التي نالت درجة أدنى من الاهتمام فقد شملت نيماتودا جذور الأرز 4,0٪ ، السوق والأبصال 3,1٪، تثآلل الحبوب 2,2٪ ، الحلزونية 1,6٪ ، والتقزم 1,5٪. أما مجموعة النيماتودا الخنجرية والإبرية وتقصف الجذور فقد استأثرت بمجموعها على 1,7٪ فقط من مجموع الدراسات في البلدان العربية.

وفيما يتعلق بأعداد البحوث العلمية التي استهدفت نيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية، فقد شمل الاستعراض 1673 حالة (شملت أيضاً دراسات المسوحات) تبين أن 43٪ من الدراسات تناولت النوع *Meloidogyne incognita* ، 35٪ النوع *M. javanica*، 1٪ النوع *M. arenaria* ، وعدداً قليلاً جداً من *M. hapla*. أما البقية وهي 21٪ من الحالات فلم يتم فيها تحديد النوع المستهدف (أي *Meloidogyne* spp.) ولوحظ أن النوع *M. incognita* استأثر بنسبة عالية من البحوث التي أجريت في مصر؛ وهو أيضاً النوع السائد في السودان، وربما كان لزراعة محصول القطن على نطاق واسع أثر في هذا الوضع باعتبار أن القطن لا يصاب بالنوع *M. javanica* .

هناك العديد من التجارب العلمية التي تناولت أنواعاً من النيماتودا وتأثيراتها على محاصيل معينة، منها ما أجرى في البيوت الزجاجية Pot experiments، ومنها ما أجري في الحقول Field experiments. وكان الهدف من هذه الدراسات إيجاد العلاقة بين أعداد النيماتودا ومقدار الضرر الذي تحدثه على عناصر نمو النباتات أو إنتاجيتها. ففي البيوت الزجاجية، تتم العدوى بمستويات مختلفة (قليلة، متوسطة وعالية) من النيماتودا مقارنة مع تربة خالية من النيماتودا. بينما في الحقل، فإما أن تعامل التربة لمكافحة النيماتودا ومن ثم تضاف النيماتودا المعنية بمستويات مختلفة، أو تجري التجربة في تربة موبوءة طبيعياً بمستويات مختلفة من النيماتودا.

6- 2. النيماتودا الأكثر أهمية في البلدان العربية

The most important phytonematodes

6- 2- 1. نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne* spp.)

أجريت تجارب عديدة في البلدان العربية داخل البيوت الزجاجية لدراسة العلاقة بين أعداد النيماتودا ومقدار الضرر الذي تحدثه على النباتات Nematode damage function . فبالنسبة للتجارب التي استعملت فيها النيماتودا *M. incognita* تبين أن هناك علاقة عكسية جوهرية بين المستويات العالية من النيماتودا وعناصر النمو الخاصة بالموز(خير وزملاؤه، 2004؛ Eissa *et al.*, 2003) والبطاطا (El-Sherif and F. Mostafa ,1983) على سبيل المثال، وتناقص نمو نباتات الشمندر السكري بمقدار 77٪ على المجموع الجذري و90٪ على المجموع الخضري (Al-Zarari, *et al.*,1983). كما تفاقم تأثير النيماتودا بوجود فطر الفيوزاريوم ممثلاً في التبكير بحدوث ذبول نباتات القطن (Ibrahim, *et al.*, 1982)، وماتت جميع نباتات الشمام (Naji and Abu-Gharbieh, 2004) . أما بالنسبة للنوع *M. javanica* فقد نقصت معايير نمو البندورة بين 0,8 – 2٪ مع كل 10٪ زيادة في أعداد النيماتودا الابتدائية (Pi) من البيض. كما تفاقم الضرر بوجود فطريات ممرضة أخرى مرافقة مثل الفيوزاريوم على الشمام (Naji and Abu-Gharbieh,

2004) حيث ذبلت جميع النباتات (100٪) قبل نضج الثمار، ووجود *Rhizoctonia solani* على الباذنجان (جبر وزملاؤه،2002) حيث قلت نسبة الإنبات بمقدار 46٪ وزادت شدة الإصابة الى 85٪.

وفي البيوت الزجاجية والمحمية أيضاً، فقد أجريت تجارب لتقدير الضرر على النباتات نتيجة مكافحة النيماتودا مقارنة بالشاهد غير المعامل. ففي التجارب التي استخدمت فيها *M. incognita* ، نقصت أعداد إناث النيماتودا بمقدار 85٪ و 93٪ باستخدام مساحيق البقدونس والبرتقال، على التوالي. كما زادت معايير نمو نباتات عباد الشمس جوهرياً (Amin and Youssef, 1998). وفي تجربة أخرى أمكن إيقاف فقس بيوض *M. incognita* بمقدار 63٪ وموت أعداد كبيرة من J_2 لدى استخدام مستخلصات نباتات Tagetes لمكافحة النيماتودا على البندورة (Sellami and Zemmouri, 2001) . وعند مكافحة *M. javanica* على عباد الشمس باستخدام المكافحة الحيوية (*Trichoderma*) لوجود فطر الفيوزاريوم، أدى ذلك إلى زيادة معنوية في معايير نمو النباتات، ونقص معنوي في أعداد الفيوزاريوم والنيماتودا (Haggag and Amin, 2001). وفي تجربة مماثلة (Ibrahim, 1994) تمت مكافحة *M. javanica* على البندورة والباذنجان بطرق إحيائية، خفض الفطر *Paecilomyces lilacinus* من تكاثر النيماتودا بمقدار 65-83٪ وكذلك خفضت المادة الإحيائية Nemout بمقدار 40- 66٪، وارتفعت معايير المجموع الخضري والجذري جوهرياً.

من جهة أخرى، أجريت تجارب حقلية بعضها في أحواض صغيرة Microplots وبعضها الآخر في أحواض أو قطع أراضي حقلية. ففي إحدى التجارب التي أجريت في أحواض صغيرة على ستة أنواع من البقوليات، أظهرت المستويات العالية من *M. incognita* تأثيرات سلبية جوهرية على نمو النباتات (الأخضر وزملاؤه، 2000)، وكذا من *M. javanica* على نمو البندورة في وادي الأردن (صالح و المومني، 1986).

وفي وادي الأردن، أجرت ابتسام يونس (Unis, 1995) دراسة حقلية لتقدير الخسائر الناتجة عن إصابة نباتات البامية بالنيماتودا *M. javanica* ، وذلك في تربة احتوت على أعداد متفاوتة من الكثافة الأولية للنيماتودا (Pi). ظهرت علاقة عكسية قوية بين محصول البامية والكثافة الأولية حسب المعادلة ($Y = 822.5 - 112.9 \, LnX$) حيث Y = محصول البامية ، X = الكثافة الأولية، كما أظهرت النتائج علاقة قوية عكسية بين كمية المحصول مع دليل تعقد الجذور، كما تبين وجود علاقة قوية ما بين دليل تعقد الجذور في نهاية الموسم والكثافة الأولية. كما أظهرت النتائج، أنه إذا كانت نسبة أقل أو تساوي 5٪ خسارة في المحصول الناتج مقبول للمزارع، فإن وجود كثافة أولية أقل أو تساوي 1,5 J_2 لكل 100/ سم3 تربة، ودليل تعقد الجذور أقل من 0,1 في منتصف الموسم، فإنه يمكن تحملها. وخلصت الدراسة إلى أنه من الممكن توقع مقدار الخسارة من المحصول الناتج وذلك بتحديد أعداد J_2 ودليل تعقد الجذور في الوقت المناسب.

وفي تجارب حقلية أخرى أجريت في مصر (Youssef and Abd-Elgawad, 1993) تبين أن النيماتودا *M. incognita* أدت إلى خسارة مقدارها 17٪ من إنتاجية الكوسا. كما أدت مكافحة النيماتودا بالمبيدات الكيميائية (Youssef, 1993) إلى زيادة الإنتاجية بمقدار 51,8٪ و 19,1٪ باستخدام Aldicarb و Oxamyl ، على التوالي. وفي تجربة أخرى زادت إنتاجية الباذنجان بمقدار 204، 142، 72 و 100٪ باستخدام 1, 3 – D و Oxamyl و Phenamiphos ، والزراعة بعد فترة بور نظيف، على التوالي (Al-Hazmi, 1985a).

وبشكل عام، أظهرت نتائج البحوث العلمية التي أجريت في البلدان العربية أن الإصابة الشديدة بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* تسبب في غالبيتها خسائر تتراوح بين 40- 60٪ على محاصيل الطماطم والباذنجان والتبغ في البيوت الزجاجية (اسطيفان وآخرون، 1977 أ؛ Abu-Gharbieh, 1979) و 10- 30٪ على الكوسا والخيار، وقدرت بحوالي 20- 30٪ على العنب. أما التقديرات الحقلية لهذا النوع فإنها تقدر بين 10- 20٪ على محاصيل الخضروات عامة (أبوغربية، 1994). ولكن يبدو أن النوع *M. incognita* أقل ضرراً إلى حد ما على المحاصيل المختلفة، حيث يستنتج من التقديرات

المتاحة أن خسائر الخضروات تتراوح بين 10- 15٪. أما بالنسبة للنوع *M. arenaria* فلا تتوفر أية تقديرات بالخسائر التي تسببها في البلدان العربية.

6- 2- 2. نيماتودا تقرح الجذور (***Pratylenchus* spp.**)

أشارت التقديرات إلى أن الخسائر المترتبة عن أنواع هذه النيماتودا في مصر تقدر بحوالي 10، 20، 30، و 50٪ على كل من البطاطس، والكوسا، والخيار، والطماطم، على الترتيب؛ وبحوالي 10٪ على القمح، و 5- 20٪ على أشجار الفاكهة، خاصة العنب. وفي دراسة أجراها Kheir (1972) أظهرت وجود خمسة أنواع على الذرة، ولكن النوع *P. zeae* هو السائد ويشكل حوالي 85٪ من تلك الأنواع. وكذلك فقد ظهرت شواهد مماثلة على نباتات الذرة الشامية في تربة موبوءة طبيعيا بالنوع *P. zeae* (معوض و كريم، 2009) فيما لم يتم تحديد حد الضرر Damage threshold للنيماتودا بسبب عدم بلوغ كثافة العدوى للمستوى المطلوب.

وفي دراسة في العراق قدرت الخسائر التي تسببها نيماتودا التقرح على قصب السكر بحوالي 5- 10٪ (Al-Zarari, *et al*., 1983). وفيما عدا ذلك، ورغم وجود هذه النيماتودا في جميع البلدان العربية، ورغم إدراك أهميتها الاقتصادية على العديد من المحاصيل، الا أن الدراسات حول تأثيراتها والخسائر التي تسببها شحيحة للغاية.

6- 2- 3. نيماتودا الحمضيات / الموالح

(***Tylenchulus semipenetrans* spp.**)

تراوحت تقديرات الأضرار والخسائر التي تسببها هذه النيماتودا على أشجار الحمضيات بين 7٪ في السودان إلى 50٪ في العراق. وفي حين تراوحت معظم التقديرات البحثية في البلدان العربية المختلفة بين 30- 40٪(اسطفان وآخرون، 1977ب) ، فإن التقديرات على المستوى الحقلي تتفاوت بين 10- 20٪. تزداد أعداد النيماتودا في الأراضي الرملية الخفيفة الى مستويات عالية كما هو الحال في العراق وفلسطين المحتلة وبعض الأراضي في مصر، ولكنها تقل في الأراضي والترب الطينية والطميه كما في وادي

الأردن(Al-Azzeh and Abu-Gharbieh, 2004) وبعض الترب المصرية. ولكن يجب مراعاة أنه بالرغم من عدم وصول أعداد النيماتودا في الأراضي الثقيلة الى مستويات عالية، الاّ أن الضرر الذي ينتج عن الإصابة قد يكون كبيراً، وذلك لأن أشجار الحمضيات تحت هذه الظروف تنمو تحت ظروف إجهاد بيئي قاسٍ.

6- 2- 4. النيماتودا الحوصلية (*Heterodera* spp.)

استأثر النوع *H. avenae* على القمح والشعير بمعظم الدراسات الخاصة بالأضرار والخسائر التي تحدثها هذه النيماتودا الحوصلية على القمح والشعير في المنطقة العربية. فقد أظهرت الدراسات العلمية أنه كلما زادت الكثافة العددية للنيماتودا تنخفض معايير نمو وإنتاجية المحاصيل المصابة. فعند مستويات الكثافة العددية العالية، انخفضت إنتاجية القمح والشعير إلى 92 و 77٪ في السعودية (Ibrahim *et al.*, 1999)، وإلى 96 و 86 في تونس (قشوري وآخرون، 2007)، على التوالي. كما انخفضت إنتاجية القمح بمقدار 57٪ في سورية (حسن، 2008) و 50٪ في المغرب (رماح، 1994). ولكن على مستوى التقديرات الحقلية فقد قدرت الخسائر بين 15- 30٪ في السعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1999) وتونس (قشوري وآخرون، 2007).

ومن الأنواع الأخرى للجنس *Heterodera*، فقد قدرت خسائر القمح والشعير المتسببة عن *H. latipons* في الأردن بحوالي 5٪ (Al-Abed *et al.*, 2004). كما يسبب النوع *H. schachtii* الذي يصيب الشمندر/الشوندر السكري في سورية خسائر تقدر بحوالي 50٪ (البلخي وآخرون، 2006).

6- 2- 5. نيماتودا ثآليل الحبوب (*Anguina tritici*)

تشير التقديرات والدراسات البحثية إلى فقد عالٍ في إنتاجية الشعير وصلت إلى 73٪ في العراق (الطائي وآخرون، 1993)، وإلى 50٪ في سورية (الزينب وآخرون، 2000). الاّ أن التقديرات الحقلية الميدانية تظهر أن الخسائر تتفاوت بين 15- 20٪ على القمح و25- 30٪ على الشعير في كل من شمال سورية وشمال العراق (Stephan and

(Antoon, 1990)، بينما تقل هذه النسبة إلى 10- 12٪ في شمال الأردن (Abu-Gharbieh, 1987). هذه النسب قد تكون متوقعة في السنوات التي تهطل فيها أمطار ربيعية، حيث تزداد الإصابة والخسائر بارتفاع الرطوبة في أواخر موسم النمو. أما في السنوات قليلة الأمطار الربيعية فإن نسب الإصابة قد تقل إلى النصف أو ما دون ذلك.

6- 2- 6. نيماتودا السيقان والأبصال (*Ditylenchus dipsaci*)

تشير التقارير إلى انتشار هذه النيماتودا في بلاد الشام وفي بلدان المغرب العربي، كما تبين الأهمية الاقتصادية للنيماتودا على محاصيل العائلة البقولية، وخاصة على الفول القبرصي broad beans (*Vicia faba*) في كل من سورية والأردن والجزائر. يتفاقم ضرر النيماتودا على المحاصيل العوائلية مع زيادة الرطوبة في أوائل فصل الربيع نتيجة لهطول الأمطار المتأخرة. قدرت الخسائر على الفول فيما بين 10- 15٪ في الأردن (Abu-Gharbieh, 1987) و 5٪ على البرسيم الحجازي في العراق (Stephan, 1987).

6- 2- 7. النيماتودا الكلوية (*Rotylenchulus reniformis*)

في مصر، تسبب هذه النيماتودا خسائر مهمة تقدر بحوالي 10- 20٪ على محاصيل البطاطس والكوسا والبصل وأشجار العنب والموالح والموز (Abd El-Hameed, 1976; Salem *et al.* 1974). ودرس Kesba (1999) تأثير مستويات مختلفة من هذه النيماتودا على العنب، ووجد أن المستويات العالية قد خفضت معنوياً من أوزان المجموع الجذري والخضري للنباتات وصلت في أقصاها إلى 50٪ . وفي تجربة أخرى لمكافحة هذه النيماتودا باستخدام الفطر *Trichoderma* (بوجود الفيوزاريوم)، وجد أن الفطر أدى إلى زيادة جوهرية في نمو عباد الشمس ونقص معنوي في أعداد النيماتودا الفيوزاريوم (Haggag and Amin, 2001). وفي السعودية، وجدت النيماتودا لأول مرة بكثافة عالية في بساتين النخيل في منطقة القصيم(الريحاني، 2004)، كما وجدت في بساتين الرمان وعلى محاصيل الكوسا والبرسيم.

6- 2- 8. النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus* spp.)

وجدت النيماتودا الحلزونية في جميع البلدان العربية التي أجريت فيها مسوحات عامة تتعلق بنيماتودا النبات، وأمكن تعريف عدد من الأنواع السائدة على محاصيل معينة في بعض البلدان. إلاّ أن الأبحاث والتجارب العلمية لم تتطرق إلى اقتصاديات إصابة هذه النيماتودا للمحاصيل الزراعية المختلفة. أما في مصر فقد قدرت الخسائر الحقلية التي تسببها بحوالي 7٪ على الموالح، 20٪ على الموز (*H. multicinctus*) ، 20٪ على العنب، 10٪ على القمح.

7. الخلاصة Conclusion

مما تقدم يمكن الاستنتاج بأن للنيماتودا المتطفلة على النباتات دوراً مهماً في تقليل معدلات نمو النباتات وإنتاجيتها، والتسبب بخسائر اقتصادية كبيرة للمحاصيل الزراعية في الوطن العربي. إلاّ أن المعلومات المتاحة الخاصة بتحديد كميات ونسب الأضرار التي تسببها الأنواع المختلفة من النيماتودا والخسائر المادية التي تلحقها بالمحاصيل الزراعية المختلفة، شحيحة للغاية. ويبدو أن الوقت مبكر نسبياً في الوقت الحاضر، لوضع قائمة بالخسائر المحصولية الناجمة عن الإصابة بنيماتودا النبات في البلدان العربية.

غير أنه – وبشكل عام وأولي– يمكن ترتيب نيماتودا النبات تنازلياً حسب أهميتها الاقتصادية في المنطقة العربية، على النحو التالي:

أ. تأتي نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في المرتبة الأولى في جميع البلدان العربية دون استثناء.

ب. بعد ذلك، وبشكل تنازلي مبدئي، تأتي نيماتودا التقرح *Pratylenchus* spp. ، ثم نيماتودا الموالح/ الحمضيات *Tylenchulus semipenetrans* ، ثم النيماتودا الحوصلية *Heterodera* spp. ، ثم نيماتودا تثالل الحبوب *Anguina tritici* ، ثم نيماتودا السوق والأبصال *Ditylenchus dipsaci* (وهذه الأخيرة تسود في بلاد الشام وبلدان المغرب العربي). أما النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis* فإنها تصيب العديد من المحاصيل خاصة في مصر.

ج. وفيما عدا ذلك، فقد رافقت المحاصيل الزراعية أجناساً أخرى من النيماتودا، مثل بعض أنواع النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus* spp. و *Rotylenchus* spp.، ونيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* spp.، وكذلك مجموعة أجناس النيماتودا الخنجرية *Xiphinema* spp.، والإبرية *Longidorus* spp. وتقصف الجذور *Trichodorus* spp.، و*Paratrichodorus* spp. إلا أن أنواع هذه المجموعة من النيماتودا لم تحظ بالاهتمام البحثي المناسب لإظهار أهميتها الاقتصادية وأضرارها على المحاصيل الزراعية المهمة في الوطن العربي.

ولقد أظهرت نتائج الإستبانة أو الاستطلاع الذي استجاب إليه عدد من الزملاء من البلدان العربية المختلفة، أن نيماتودا تعقد الجذور تعد الأشد ضرراً، وتلحق أكبر الخسائر التي طالت بشكل خاص الخضروات من محاصيل العائلتين الباذنجانية القرعية، وخاصة تلك المزروعة في البيوت المحمية. كما أظهرت المعلومات المتوفرة تعرض القمح والشعير لنيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae* في عدد من البلدان العربية، خاصة في السعودية، والنيماتودا الحوصلية *H. latipons* في بلاد الشام، و*H. zeae* على الذرة في مصر. أما الأشجار المثمرة فقد أظهرت إصابات شديدة بالنيماتودا من أهمها نيماتودا الحمضيات/الموالح *Tylenchulus semipenetrans* في جميع البلدان العربية تقريباً، ونيماتودا تعقد الجذور على أشجار اللوزيات.

وقد كانت هناك حالات خاصة تسترعي الانتباه، منها نيماتودا جذور *Hirschmanniella oryzae* على الأرز في مصر، ونيماتودا حوصلات البنجر *Heterodera schachtii* على القطن شمال سورية، ونيماتودا حوصلات البطاطس *Globodera rostochiensis* على البطاطا / البطاطس، في المناطق الباردة في كلٍ من لبنان والجزائر.

شكر وتقدير:

يتقدم معدو هذا الفصل بوافر الشكر وعظيم الامتنان للزملاء والزميلات الذين أثروا الفصل بمعلومات وخبرات مقدره حول النشاط العلمي والعملي في مجال نيماتودا النبات في بلدانهم، وذلك من خلال تعبئة استبانة اعدت لهذا الغرض، وهم:

الأساتذة الدكاترة محمود يوسف، محمد مصطفى شمس الدين، سيد منتصر، أحمد الشريف، ومحفوظ عبد الجواد من مصر؛ وزهير اسطفان وسليمان عمّي من العراق؛ ووليد أبو غربية وموفق كراجه ومحمد قاسم من الأردن؛ وأحمد الحازمي وفهد اليحيى وسليمان الرحياني من السعودية؛ وخليفة دعباج من ليبيا؛ وسميرة سيلامي من الجزائر؛ وعبد الله بن زغيو من اليمن؛ وعبد المجيد ياسين من السودان.

8. المراجع References

أبو غربية، "محمد وليد". **1994** . نيماتودا تعقد الجذور في الأردن . دراسات حول أنواعها ونشاطاتها الحيوية ومكافحتها . كلية الزراعة ، الجامعة الأردنية، منشورات الجامعة الأردنية، عمادة البحث العلمي. الطبعة الثانية. صفحة 97.

الأخضر، معروف، أحمد عبد المجيد سالم، بن سلطان سيد أحمد، بلخوجة مولاي و شباني عبد الوهاب. 2000. تأثير نيماتودا تعقد الجذور على نباتات البقوليات وخفضها لتثبيت النيتروجين الجوي على مستوى الجذور. كتاب وقائع المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات. 22- 26 أكتوبر، 2000، عمان، الأردن.

اسطيفان، زهير عزيز، علي حسين علوان وعبد الستار البلداوي. 1977أ. مسح عام لمرض تعقد الجذور على التبغ في العراق. الكتاب السنوي لبحوث وقاية المزروعات. 1: 284 – 294.

اسطيفان، زهير عزيز، علي حسين علوان وعلي حسين بندر. 1977ب. تأثير فصول السنة على أعداد الديدان الثعبانية على الحمضيات ومقاومة أصول الحمضيات لهذه الديدان. الكتاب السنوي لبحوث وقاية المزروعات 1: 305 – 319.

البلخي، منهل، فيصل الفرواتي، عبد الرحمن قطميش و عبد الرزاق الناقوح. 2006. تقصي مدى انتشار نيماتودا حويصلات الشوندر السكري/البنجر *Heterodera schachtii* في سورية. كتاب وقائع المؤتمر العربي التاسع لعلوم وقاية النبات. 19- 23 نوفمبر، 2006، دمشق، سورية.

جبر، كامل سلمان، نجاة عدنان سعد وعامر محمد بندر. 2002. حساسية الباذنجان للفطر *Rhizoctonia solani* لوحده أو مع ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* كمعقد مرضي. مجلة الزراعة العراقية، 7(5): 18- 23.

الحازمي، أحمد بن سعد. 2009. مقدمة في نيماتولوجيا النبات. الطبعة الثانية. مطابع جامعة الملك سعود (تحت الطبع). الرياض، المملكة العربية السعودية.

حسن، غسان عبد الباقي. 2008. دراسة بيئية وحيوية لنيماتودا الحوصلات *Heterodera* spp. على محصول القمح في محافظة الحسكة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة دمشق. دمشق، سورية.

خير، عباس، أمين وفدي أمين، حسن هندي و مصطفى السيد مصطفى. 2004. تأثير مستوى اللقاح على تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* وقابلية أربعة أصناف من الموز للإصابة تحت ظروف البيت المحمي. مجلة وقاية النبات العربية، 22 (2): 97- 102.

رماح، عبد الله. 1994. نيماتودا الحوصلات في المغرب. مجلة وقاية النبات العربية 12: 66.

الرحياني، سليمان بن محمد وأحمد عبد السلام فرحات. 2004. حصر أجناس النيماتودا النباتية المصاحبة للمحاصيل الزراعية في منطقة القصيم، المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك سعود، العلوم الزراعية، 17 (1): 85- 110.

الزينب، محمد هشام، فاتح خطيب، وعمر فاروق الملوك.2000. تأثير مستويات مختلفة من اللقاح المعدي لنيماتودا تثألل الشعير *Anguina tritici* في الفاقد من حبوب الشعير.كتاب ملخصات البحوث للمؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات، 22- 26 تشرين أول/أكتوبر. عمان،الأردن

صالح ، حلمي ، و أحمد المومني. 1986. تأثير الفطور المتعايشة (المايكورايزا)على نيماتودا تعقد الجذور في البندورة والباذنجان. مجلة وقاية النبات العربية، **4** (1): 49.

الطائي، علي كريم، نبيل يحي الطالب، زهير عزيز أسطيفان، صالح عمر معيوف، سعد الدين شمس الدين، منتهى أيوب، باسمة جورج أنطون ووداد حسن. 1993. دراسات حول ديدان ثآليل الشعير في العراق. مجلة أباء للأبحاث الزراعية 3 (2): 202 – 216.

قشوري، نجوى نموشي، محمد المولدي بشير، والعربي الحاجي. 2007. تقدير الخسائر الناتجة عن الإصابة بنيماتودا حويصلات الحبوب *Heterodera avenae* وتكاثرها على القمح والشعير تحت الظروف الحقلية التونسية. مجلة وقاية النبات العربية، 25 (1): 76 (ملخص).

معوض محمد محمد محمد وأحمد محمد كريم. 2009. دراسة مستويات مختلفة من نيماتودا تقرح الجذور على إنتاجية ونمو الذرة الشامية المنزرعة في تربة سلتية. قسم أمراض النبات، المركز القومي للبحوث، الدقي، جيزة، مصر.

Abd-Elgawad, M. M. M. and H. Z. Aboul-Eid. 2005. Effects and prospects of phytonematode damage and control in Egypt. Egypt. J Agric. Res., 2(1):439-456.

Abu-Gharbieh, W. I. 1979. The Root-Knot Nematodes, *Meloidogyne* spp, in Jordan. Pages 16-20. In: Proceedings Res. Plann. Conf. On Root-Knot Nematodes, *Meloidogyne* spp. (IMP) Cairo. Egypt.

Abu-Gharbieh, W. I. 1987. Plant-parasitic nematodes on cereal and forage crops in Jordan (pages 160-168) In: Proceedings of a Workshop on Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions. Larnaka. Cyprus 1-5, March 1987.

Al-Abed, A., A. AL-Momany and L. AL-Banna. 2004. *Heterodera latipons* on barley in Jordan. Phytopathol. Medit.. 43:311-317.

Al-Azzeh, T. K., and W. I. Abu-Gharbieh. 2004. Race identity and damage threshold of *Tylenchulus semipenetrans* on sour orange in Jordan. Nematol. medit.. 32:25-29.

Al-Hazmi, A. S. 1985a. Efficacy of selected nematicides and management practices on population of *Meloidogyne javanica* on eggplants. J. Coll. Agric., King Saud Univ., 7 (2): 457-466.

Al-Hazmi, A. S., F. A. Al-Yahya and A. T. Abdul-Razig. 1999. Damage and reproduction potentials of *Heterodera avenae* on wheat under outdoor conditions. J. Nematol. 31 (4S):662-666.

Al-Zarari, A. J., A. G. El-Sherif, and H. Y. Mohammad.,1983. Pathogenicity and development of *Meloidogyne incognita* on sugar beet in Iraq. 1~ Hon. Con. Agric. Bot. Sd., 302 – 307.

Amin, A. W. and M. M. A. Youssef. 1998. Effect of organic amendments on the parasitism of *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis* and growth of sunflower. Pakistan Journal of Nematology, 16(1): 63-70.

Campbell, C. L. and L. V. Madden. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley, New York.

Eissa, M. F. M., A. Y. El-Gindi, M. M Abd-Elgawad, A. E. Ismail and W. A. El-Nagdi. 2003. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and *Helicotylenchus dihystera* on banana cv. Williams. Bull. NRC, Egypt, 28 (2): 229-243.

El-Sherif, A. G. and Fatma, A. M. Mustafa. 1983. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* on potato plants. J. Agric. Sci., Mansoura Univ., 8: 499—501.

Haggag. W. M. and A. W. Amin .2001. Efficiency of *Trichoderma* species on control of Fusarium-rot, root-knot and reniform nematode disease complex on sunflower. Pak. J. Biol. Sci., 4(3): 314-318.

Hussey, R. S. 1989. Disease-inducing secretions of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, 27: 123-141.

Ibrahim, A. A. M. 1994. Effect of Cadusafos, *Paecilomyces lilacinus* and Nemout ® on reproduction and damage potential of *Meloidogyne javanica*. Pak. J. Nematol., 12(2):141-147.

Ibrahim, A. A. M., A. S. Al-Hazmi, F. A. Al-Yahya and A. A. Alderfasi. 1999. Damage potential and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley under Saudi field conditions. Nematology, 1(6): 625-630.

Ibrahim, I. K. A., M. A. Rezk and H. A. A. Khalil. 1982. Effects of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* on plant growth and mineral content of cotton, *Gossypium barbadense*. Nematologica, 28: 298-302.

Kesba, H. H. H. 2003. Integrated nematode management on grapes grown in sandy soil. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., University of Cairo. 189 pp.

Kheir, A. M. 1972. Host-parasite relationship of the root-rot nematode, *Pratylenchus zeae* on maize, *Zea mays*. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., University of Cairo. 69 pp.

Naji, I. and W. I. Abu-Gharbieh .2004. Effect of *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne incognita* on resistance of muskmelon cultivars to *Fusarium* wilt. Phytopathologia mediterranea , 43: 360-368.

Saleh, H. M. 1979. Biology of *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood on tomato in the Central Jordan Valley. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan. 60 pp.

Salem, A. A., M. F. Eissa and A. Y. Elgindy. 1974. Inoculum potential of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* in relation to growth response of cotton, *Gossypium barbadense.* Zagazig J. of Agricultural Research, Vol. 1, No. 1, Dec. 1974.

Sasser, J. N. 1989. Plant-Parasitic Nematodes: The Farmer's Hidden Enemy. North Carolina State University Graphics. Raleigh, N. C., U.S.A.

Sasser, J. N. and D. W. Freckman. 1987. A world perspective on nematology: the role of the Society. In: Vistas on Nematology: a Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologists, J. A. Veech and D. W. Dickson, eds. Society of Nematologists, Inc. Hyattsville, MD, USA.

Sellami, S. and H. Zemmouri. 2001. Effect of *Tagetes erecta* on the mortality, hatching and development of *Meloidogyne incognita* (Kofoid& White) Chitwood. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 36 (3-4): 383-387.

Stephan, Z. A. 1989. New hosts for *Ditylenchus dipsaci* in Iraq. Int. Nematol. Network Newsletter, 6(2): 30.

Stephan, Z. A. and B. G. Antoon. 1990. Biotypes of ear-cockle nematode *Anguina tritici* in Iraq. Current Nematology 1(2): 85 – 88.

Unis, Ibtisam. 1995. Loss Assessment due to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on eggplant and okra in the Central Jordan Valley. M.Sc. Thesis. Faculty of Agric., University of Jordan.

Youssef, M. M. A. 1993. Population density of *Meloidogyne incognita* in relation to cucumber yield and nematode control. Egypt. J. Hort., 20 (2): 307-314.

Youssef, M. M. A. and M. M. M. Abd-Elgawad. 1993. Host-parasite relation between the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and yield of squash, *Cucurbita pepo* var. Melopepo, L. Al-Azhar J. Agric. Res., 17 : 329-336 (June).

Zadoks, J. C. and R. C. Shein. 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. Oxford Univ. Press, Oxford, UK.

الفصل السابع

نيماتودا تعقد الجذور – الأنواع والسلالات والتوزيع

Root–Knot Nematodes: Their Species, Races and Distribution

موفق رمضان كراجه [1] و سميرة حمدان سيلامي [2]

(1) كلية الزراعة، جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.

(2) فرع علم النبات، المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية، الحراش، الجزائر.

المحتويات

1. المقدمة	Introduction
2. الموقع التصنيفي والصفات التشخيصية	Classification and diagnostic features
3. أنواع نيماتودا تعقد الجذور	*Meloidogyne* spp.
3- 1. الأنواع الأربعة الرئيسة	The four main species
3- 1- 1. النوع	*M. incognita*
3- 1- 2. النوع	*M. javanica*
3- 1- 3. النوع	*M. arenaria*
3- 1- 4. النوع	*M. hapla*
3- 2. الأنواع الأخرى من نيماتودا تعقد الجذور	Other RKN species
4. دراسات حصر نيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية	Survives of RKNs in the Arab countries
5. الطرق المتبعة في تعريف وتوصيف نيماتودا تعقد الجذور	Methods for identification and diagnosis of RKNs
6. الخلاصة	Conclusion
7. المراجع	References

1. مقدمــــة

تاريخياً، تعود تسمية نيماتودا تعقد الجذور بهذا الاسم إلى العالم Cornu عام 1879م. وفي عام 1887م، قام العالم Goeldi بوصف هذه النيماتودا في الجنس *Meloidogyne*، بينما قام العالم Chitwood في عام 1949م بجمع كل أنواع نيماتودا تعقد الجذور المعروفة آنذاك تحت الجنس *Meloidogyne*. ومن الناحية التصنيفية، يتبع هذا الجنس إلى "تحت العائلة" subfamily Meloidogyninae، والتي تتبع العائلة Meloidogynidae.

عالمياً، تعد نيماتودا تعقد الجذور واسعة الانتشار في المناطق الزراعية، خاصة المناطق المروية. ولهذه النيماتودا مدى عوائلي واسع يشمل آلاف الأنواع النباتية من النباتات أحادية الفلقة وثنائية الفلقة والنباتات العشبية والخشبية (Eisenback and Hirschmann, 1991).

حتى الآن، تم وصف ما يزيد عن 80 نوعاً من نيماتودا تعقد الجذور (جدول 1)؛ منها أربعة أنواع فقط هي (*M. incognita* و*M. javanica* و*M. arenaria* و*M. hapla*) تعد أنواعاً رئيسة منتشرة في معظم المناطق الزراعية في العالم (Karrsen, 2002). وفي الوطن العربي، حُصرت أنواع وسلالات عديدة من نيماتودا تعقد الجذور في دراسات عربية متفرقة، وقد جُمعت ولُخصت نتائجها في الدراسة التي أجراها أبو غربية والعزة (2004).

جدول **1**. قائمة بالأنواع التابعة للجنس *Meloidogyne* المعروفة حتى عام 2000 (عن: Siddiqi, 2000):

1- أنواع الـ *Meloidogyne* الثابت تصنيفها:
M. exigua Göldi, 1892
M. acronea Coetzee, 1956
M. actinidae Li and Yu, 1991
M. africana Whitehead, 1960
M. aquatilis Ebsary and Eveleigh, 1983
M. arabidicida Lopez and Salazar, 1989
M. ardenensis Santos, 1968

(Neal, 1889) Chitwood, 1949 *M. arenaria*
M. artiellia Franklin, 1961
M. brevicauda Loos, 1953
M. californiensis Abdel-Rahman and Maggenti, 1987
M. camelliae Golden, 1979
M. caraganae Shagalina, Ivanova and Krall, 1985
M. carolinensis Eisenback, 1982
Golden, O'Bannon, Santo and Finley, 1980 *M. chitwoodi*
M. christiei Golden and Kaplan, 1986
M. cirricauda Zhang and Weng, 1991
M. citri Zhang, Gao and Weng, 1990
M. coffeicola Lordello and Zamith, 1960
M. cruciani Garcia-Martinez, Taylor and Smart, 1982
M. cynariensis Fam-Tkhan-Bin, 1990
M. decalineata Whitehead, 1968
M. duytsi Karssen, Aelst and Van der Putten, 1998
M. enterolobii Yang and Eisenback, 1983
M. ethiopica Whitehead, 1968
Karssen, 1996 *M. fallax*
M. fanzhiensis Chen, Peng and Zheng, 1990
M. fujianensis Pan, 1985
Golden and Birchfield, 1965 *M. graminicola*
(Sledge and Golden, 1964) Whitehead, 1968 *M. graminis*
M. hainanensis Liao, JinLing and Feng ZhiXin, 1995
Chitwood, 1949 *M. hapla*
M. hispanica Hirschmann, 1986
M. ichinohei Araki, 1992
(Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 *M. incognita*
M. indica Whitehead, 1968
(Treub, 1885) Chitwood, 1949 *M. javanica*
M. jianyangensis Yang, Hu, Chen and Zhu, 1990
M. jinanensis Zhang and Su, 1986
Eisenback, Bernard and Schmitt, 1995 *M. konaensis*
M. kongi Yang, Weng and Feng, 1988
M. kralli Jepson, 1984
M. lini Yang, Hu and Zhu, 1988
M. lusitanica Abrantes and Santos, 1991
M. mali Itoh, Ohshima and Ichinohe, 1969
M. maritima Jepson, 1987
M. marylandi Jepson and Golden in Jepson, 1987
Rammah and Hirschmann, 1988 *M. mayaguensis*
M. megadora Whitehead, 1968
M. megatyla Baldwin and Sasser, 1979

M. mersa Siddiqi and Booth, 1991 *M. microcephalus* Cliff and Hirschmann, 1984 (Original spelling *microcephala*) *M. microtyla* Mulvey, Townshend and Potter, 1975 *M. mingnanica* Zhang, 1993 *M. morocciensis* Rammah and Hirschmann, 1990 *M. naasi* Franklin, 1965 *M. nataliei* Golden, Rose and Bird, 1981 *M. oryzae* Maas, Sanders and Dede, 1978 *M. oteifai* Elmiligy, 1968 (original spelling *oteifae*) *M. ottersoni* (Thorne, 1969) Franklin, 1971 *M. ovalis* Riffle, 1963 *M. paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrantes, Santos and Almeida, 1996 Kleynhans, 1986 *M. partityla* *M. pini* Eisenback, Yang and Hartman, 1985 *M. platani* Hirschmann, 1982 *M. propora* Spaull, 1977 *M. querciana* Golden, 1979 *M. salasi* Lopez, 1984 *M. sasseri* Handoo, Huettel and Golden, 1994 *M. sewelli* Mulvey and Anderson, 1980 *M. sinensis* Zhang, 1983 *M. subarctica* Bernard, 1981 *M. suginamiensis* Toida and Yaegashi, 1984 *M. tadshikistanica* Kirjanova and Ivanova, 1965 *M. thamesi* Chitwood in Chitwood, Specht and Havis, 1952 *M. trifoliophila* Bernard and Eisenback, 1997 *M. triticoryzae* Gaur, Saha and Khan, 1993 *M. turkestanica* Shagalina, Ivanova and Krall, 1985 *M. vandervegtei* Kleynhans, 1988
2- أنواع الـ *Meloidogyne* غير الثابت تصنيفها (inquirendae):
M. marioni (Cornu, 1879) Chitwood and Oteifa, 1952 *M. megriensis* (Poghossian, 1971) Esser, Perry and Taylor, 1976 *M. poghossianae* Kirjanova, 1963 *M. vialae* (Lavergne, 1901) Chitwood and Oteifa, 1952

2. الموقع التصنيفي والصفات التشخيصية
Classification and diagnostic features

لقد تغير الموقع التصنيفي للجنس *Meloidogyne* خلال العقود الماضية، حيث كان في البداية ضمن عائلة Heteroderidae، ضمن "تحت العائلة" Meloidogyninae، ثم وضع هذا الجنس ضمن عائلة مستقلة هي عائلة Meloidogynidae، لكونها تضم صفات تشخيصية متميزة عن بقية العائلات (Hirschmann, 1985). حالياً، قسمت هذه العائلة إلى فئتين من "تحت العائلة" هما Nacobbinae التي تضم نيماتودا تعقد الجذور الكاذبة في الجنس *Nacobbus*، وتحت العائلة Meloidogyninae التي ينتمي لها الجنس *Meloidogyne*.

تتميز إناث هذا الجنس بشكلها الكمثري، وبعضها بيضاوي، يرافقه وجود نتوء بارز في المؤخرة يسمى النمط العجاني (شكل 1). يظهر النمط العجاني في مؤخرة الأنثى بأشكال متنوعة (مستدير، بيضاوي، كمثري، قوسي)، وله ترتيبات متنوعة لخطوط الكيوتيكل (ناعم، مستمر،متموج، متعرج)، بالإضافة إلى وجود أو عدم وجود أجنحة على أحد أو كلا جانبي النمط. يبلغ طول الرمح في الأنثى 10- 25 ميكروناً، وللأنثى فتحة إخراج جانبية مقابلة ومقاربة للفتحة التناسلية. بينما الذكر دودي الشكل، وليس له جراب تناسلي، وله ذيل قصير، وطول شوكة السفاد فيه 19- 44 ميكرون. أما يافعات (يرقات) الطور الثاني - بصورة عامة فهي قصيرة ونحيلة، حيث يبلغ معدل طولها 320- 543 ميكروناً، ما عدا النوع *M. spartinae* الذي يصل طول اليافعة فيه لغاية 912 ميكروناً، والهيكل الرأسي لليافعة رفيع، والرمح ذو عقد صغيرة، وطول الرمح يبلغ 9- 23 ميكروناً، والعضو الحسي hemizonid موجود داخل فتحة الإخراج (Hirschman, 1985).



شكل 1. النمط العجاني لنيماتودا تعقد الجذور المغربية *Meloidogyne morocciensis* (عن: Rammah and Hirschmann, 1990).

يتميز كل طور من أطوار دورة حياة الجنس *Meloidogyne* بعدد من الصفات الظاهرية والقياسات الشكلية المساعدة للتشخيص. ففي الإناث، تعد طريقة النمط العجاني لمؤخرة جسم الأنثى من الصفات المميزة في تشخيص الأنواع، بالإضافة إلى شكل وطول الرمح والفتحات الفازميدية. وفي الذكور، تتميز منطقة الرأس بصفات شكلية متعددة، تشمل حجم وارتفاع وشكل قمة الرأس، وعدد الحلقات وعرض منطقة الرأس، كذلك شكل وطول الرمح. أما بالنسبة للطور اليافع الثاني، فنجد طول وشكل الذيل من الصفات المميزة والمهمة.

3. أنواع نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp.

3- 1. الأنواع الاربعة الرئيسة

عالمياً، يوجد أربعة أنواع رئيسة من نيماتودا تعقد الجذور، هي الأكثر شيوعاً وانتشاراً في المناطق الزراعية في العالم (Karrsen, 2002)، وهي كما يلي:

3- 1- 1. النوع *M. incognita*

يسمى هذا النوع بنيماتودا تعقد جذور القطن (cotton root-knot nematode)، ويسمى أيضاً بنيماتودا تعقد الجذور الجنوبية (Southern root-knot nematode) بسبب انتشاره في المناطق الزراعية الجنوبية من أمريكا الشمالية. يتصف هذا النوع بعدة خصائص ظاهرية، أهمها شكل النمط العجاني للإناث ذو الخصائص الآتية: قوس ظهري مربعي عالٍ، وغياب خطوط الحقلين الجانبين ووجود الفواصل والتجاعيد بدلاً منها، وخطوط الكيوتيكل ناعمة إلى خشنة أو متعرجة أحياناً، ونهاية الذيل تتميز بأنها غالباً برميلية الشكل (Hirschman, 1985). وهذا النوع واسع الانتشار عالمياً، حيث يصيب مدى واسعاً من العوائل النباتية، التي يزيد عددها عن 700 عائل نباتي، بما فيها من محاصيل زراعية وأشجار مثمرة ونباتات زينة. وحسب اختبار كارولينا الشمالية للعوائل التفريقية North Carolina differential host test (Hartman and Sasser, 1985)، يوجد لهذا النوع أربع سلالات فسيولوجية هي سلالة 1 و 2 و 3 و 4 (جدول2)، فالسلالة (1) لا تتكاثر على صنف القطن (Deltapine 16) ولا على صنف التبغ (NC 95)، بينما تتكاثر السلالة (2) على الدخان فقط،، وتتكاثر السلالة (3) على القطن فقط، وتتكاثر السلالة (4) على كل من القطن والتبغ (Taylor *et al.*, 1982). يسود النوع *M. incognita* في المناطق الباردة والاستوائية وشبه الاستوائية (Nickle, 1991) التي قد يصل فيها متوسط درجات الحرارة إلى 36 °م أو أقل في الأشهر الدافئة، والتي قد يزيد معدل هطول الأمطار السنوي إلى 500 ملم (Taylor *et al.*, 1982). وفي البلدان العربية، يوجد النوع *M. incognita* في

مصر والعراق والأردن ولبنان وليبيا والجزائر والمغرب وعُمان والسعودية والسودان وسورية واليمـــن.

جدول 2. اختبار كارولينا الشمالية للعوائل التفريقية الذي يستخدم في التفريق بين الأنواع الأربعة العالمية الرئيسة من *Meloidogyne* (عن: Hartman and Sasser, 1985):

أنواع و سلالات *Meloidogyne*	القطن صنف Deltapine 61	التبغ صنف NC 95	الفلفل صنف California Wonder	البطيخ صنف Charleston Gray	الفول السوداني صنف Florunner	البندورة صنف Rutgers
M. incognita						
السلالة 1	-*	-	+	+	-	+
السلالة 2	-	+	+	+	-	+
السلالة 3	+	-	+	+	-	+
السلالة 4	+	+	+	+	-	+
M. arenaria						
السلالة 1	-	+	+	+	+	+
السلالة 2	-	+	−	+	-	+
M. javanica	+	+	-	+	-	+
M. hapla	-	+	+	-	+	+

- النباتات التي لها معامل تعقد الجذور أو كتل البيض يساوي 0، 1 أو 2 تعتبر مقاومة (−)؛ أما النباتات التي معاملها يساوي 3، 4، أو 5 تعتبر حساسة للإصابة وتعطى الرمز(+).

3- 1- 2. النوع *M. javanica*

يسمى النوع *M. javanica* بنيماتودا تعقد الجذور الجاوية (Javanese root-knot nematode)، لأن وجوده اكتشف في البداية في جزيرة جاوا الاندونيسية. وهذا النوع واسع الانتشار عالمياً، ويصيب مدى واسعاً من العوائل النباتية التي يزيد عددها عن 700 عائل نباتي، بما فيها من محاصيل زراعية وأشجار مثمرة ونباتات زينة. يتصف هذا النوع بعدة خصائص ظاهرية، أهمها النمط العجاني للإناث، حيث يظهر ذو قوس ظهري دائري

منخفض، ووجود خطوط الحقلين الجانبين الواضحة، وخطوط الكيوتيكل خشنة مستقيمة إلى متموجة أحياناً، ونهاية الذيل غالباً برميلية الشكل (Eisenback, 1985). وحسب اختبار كارولينا الشمالية للعوائل التفريقية (جدول 2)، لا يوجد لهذا النوع أي سلالات، لكن حديثاً تم تسجيل سلالتين (1 و 2) حسب درجة تكاثرها على الفلفل في بعض المناطق (Khan *et al.*, 2003). يسود النوع *M. javanica* في المناطق الدافئة في العالم، خاصة في وسط أفريقيا. وفي البلدان العربية، وقد سُجل هذا النوع في مصر والعراق والأردن ولبنان وليبيا والمغرب والسعودية والسودان وسوْرية والإمارات العربية.

3- 1- 3. **النوع** *M. arenaria*

يسمى النوع *M. arenaria* بنيماتودا تعقد جذور الفول السوداني (peanut root-knot nematode)، حيث يسبب خسائر اقتصادية كبيرة في مناطق زراعة الفول السوداني في العالم. يتصف هذا النوع بعدة خصائص ظاهرية، أهمها شكل النمط العجاني للإناث، حيث يظهر ذو قوس ظهري دائري منخفض منبعج من الحقلين الجانبين كالجناحين، وغياب خطوط الحقلين الجانبين ووجود خطوط معقوفة غير منتظمة قصيرة بدلاً منها، خطوط الكيوتيكل خشنة ممهدة إلى متموجة أحياناً، ونهاية الذيل عادةً غير برميلية الشكل (Eisenback, 1985). وحسب اختبار كارولينا الشمالية للعوائل التفريقية (جدول 2)، توجد لهذا النوع سلالتان فسيولوجية هي سلالة (1) و (2). فالسلالة رقم (1) تتكاثر على صنف الفول السوداني (Florunner)، بينما لا تتكاثر السلالة رقم (2) على الفول السوداني. يُعد هذا النوع واسع الانتشار عالمياً، لكن بدرجة أقل من النوعين السابق ذكرهما (*M. incognita* و*M. javanica*)، حيث يوجد في المناطق الزراعية الدافئة في العالم. أما في البلدان العربية، فقد سجل هذا النوع (*M. arenaria*) في كل من مصر والعراق والأردن وليبيا والجزائر والسودان وسورية واليمن.

3- 1- 4. النوع *M. hapla*

يسمى النوع *M hapla* بنيماتودا تعقد الجذور الشمالية (Northern root-knot Nematode)، بسبب انتشاره في المناطق الزراعية الشمالية من أمريكا الشمالية. يتصف هذا النوع بعدة خصائص ظاهرية، أهمها خصائص النمط العجاني، حيث يظهر ذو قوس ظهري دائري منخفض، وغياب خطوط الحقلين الجانبين، وخطوط الكيوتيكل ناعمة ممهدة إلى متموجة قليلاً، ونهاية الذيل عادةً غير برميلية الشكل تتميز بوجود النقط تحت الكيوتيكل (Eisenback, 1985). وحسب اختبار كارولينا الشمالية للعوائل التفريقية (جدول 2)، لا يوجد لهذا النوع أي سلالات فسيولوجية، لكن توجد سلالتان وراثيتان cytogenetical races هما: سلالة A وسلالة B حسب فحص وراثة الخلية (Triantaphyllou, 1985). ينتشر هذا النوع في المناطق الزراعية الباردة نوعاً، وفي بعض المناطق الزراعية الدافئة المرتفعة في العالم، التي قد يصل فيها متوسط درجات الحرارة إلى ما دون – 15°م في الأشهر الباردة، وإلى أقل من 27 °م في الأشهر الدافئة (Taylor *et al.*, 1982)، وقد سجل النوع *M. hapla* في مصر والعراق وليبيا.

3- 2. الأنواع الأخرى من نيماتودا تعقد الجذور

تعد غالبية هذه الأنواع معزولة جغرافياً، وذات أهمية اقتصادية ضئيلة بالمقارنة مع الأنواع الرئيسة عالمياً. ومن الممكن، تعريف عدة أنواع منها بسهولة بالاعتماد على مداها العوائلي الضيق أو على بعض الخصائص الشكلية المميزة. عربياً، بالإضافة إلى الأنواع الثلاثة الأكثر انتشاراً في معظم الدول العربية وهي *M. incognita* و*M. javanica* و*M. arenaria*، تم حصر عدة أنواع ثانوية من نيماتودا تعقد الجذور هي: *M. hapla* و *M. artiellia* و *M. morocciensis* و*M. thamesi* و *M. naasi* في بعض البلدان العربية. وهذا النوع *M. artiellia* من الأنواع التي تسود منطقة البحر المتوسط، حيث يوجد في بعض البلدان العربية مثل الجزائر وفلسطين والمغرب وسوريا وتونس، خاصة على الحمص وبعض المحاصيل النجيلية كالقمح والشعير، بينما اكتشف النوع الجديد *M. morocciensis* في المغرب متطفلاً على أصل جذري من الدراق، حيث قام الباحثان

Rammah وHirschmann بتسميته ووصفه (Rammah and Hirschmann, 1990).
يظهر الشكل (1) النمط العجاني لهذه النيماتودا.

4. دراسات حصر نيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية

في الوطن العربي، تم اكتشاف وتسجيل عدة أنواع من نيماتودا تعقد الجذور – رئيسة وثانوية – على عدة عوائل نباتية اقتصادية، وذلك في عمليات الحصر الميدانية التي أجرها الباحثون العرب خلال السنوات السابقة في المناطق الزراعية المختلفة المنتشرة في البلدان العربية. وهنا نورد ملخصاً لمعظم دراسات الحصر العربية مرتبةً بحسب الترتيب الهجائي لاسم البلد العربي:

4- 1. الأردن

تم إجراء حصر ميداني خلال الفترة 2002/ 2003م، تضمن جمع عشائر النيماتودا من محاصيل خضر وأشجار فاكهة متعددة في مقاطعات ومناطق مروية متعددة ومتنوعة مناخياً، حيث وجدت ثلاثة أنواع من نيماتودا تعقد الجذور هي: النوع *M. javanica* الذي تبين أنه الأوسع انتشاراً، والنوع *M. incognita* السلالة (1) و (2)، والنوع *M. arenaria* السلالة (2) (Abu-Gharbieh *et al.*, 2005). وقد سجل النوع *M. arenaria* لأول مرة في الأردن (Karajeh *et al.*, 2005a)، بينما سجل النوعان الآخران في دراسات سابقة (Hashim, 1979؛ Abu-Gharbieh, 1982؛ Hashim,1983 ؛ Atieh, 1986 ؛ Yousef and Jacob, 1994).

4- 2. الإمارات العربية المتحدة

ينتشر النوعان *M. incognita* و*M. javanica* على البندوره (الطماطم) والبطيخ والنخيل (Al-Asam, 1998).

4- 3. الجزائر

في دراسة تمت لحصر أنواع نيماتودا تعقد الجذور في البيوت البلاستيكية، تم تسجيل أربعة أنواع هي: *M. javanica* السائد في المناطق الجنوبية، و*M. incognita* السائد في المناطق الساحلية، والنوعان *M. arenaria* و *M. hapla* في مناطق محدودة (Sellami *et al*., 1999 ؛ Sellami *et al*., 1998).

4- 4. السعودية

ينتشر النوعان *M. javanica* و *M. incognita* السلالة (2) على عدة نباتات اقتصادية. حيث وجد هذان النوعان متطفلين على معظم المحاصيل الخضرية والحقلية مثل البطاطس (Eissa *et al*., 1979 ؛ Al-Yahya, 1998؛ Al-Hazmi *et al*., 1993)، والقمح والذرة البيضاء والبرسيم الحجازي، والأشجار المثمرة، خاصة العنب والنخيل والحمضيات (Abdu, 1972؛ Al-Hazmi, *et al*., 1983؛ Al-Hazmi, 1984)، وبعض النباتات البرية (Al-Yahya *et al*., 1999).

4- 5. السودان

تعد نيماتودا تعقد الجذور من أهم الآفات على الخضراوات والتبغ. حيث توجد الأنواع *M. javanica* و*M. incognita* و*M. arenaria*، خاصة في الأراضي الزراعية ذات الترب الخفيفة على طول ضفتي نهر النيل (Decker *et al*., 1979). ويوجد النوع *M. javanica* في الجزء الشمالي من السودان مسبباً ضرراً كبيراً على البندوره والتبغ، بينما يوجد النوع *M. incognita* في الجزء الجنوبي على البندوره والباذنجان (Yassin, 1986 and 1987)، وفي الجزء الأوسط (ولاية كنانة) على محصول قصب السكر (Saadabi, 1988).

4- 6. سورية

يوجد النوعان *M. javanica* و*M. incognita* على محصولي البنجر السكري والقطن، والنوع *M. artiellia* على محاصيل الحمص والبازيلاء والبيقيا (Greco *et al.*, 1984؛ Oteifa, 1987 ؛ Al-Ahmad, 1987)، ويوجد النوع *M. incognita* أيضاً على الخيار والبندوره والتوت الأحمر، بينما يوجد النوعان *M. javanica* و*M. arenaria* على البندوره (Lamberti, 1984).

4- 7. لبنان

يوجد النوعان *M. incognita* و *M. javanica* في مناطق زراعة الموز، وفي معظم المناطق الزراعية الأخرى. بينما يوجد النوع *M. arenaria* في بعض المناطق الزراعية (Saad and Tanveer, 1970 ؛ Waele and Romulo, 1998).

4- 8. ليبيا

تُعد نيماتودا تعقد الجذور النيماتودا الأهم اقتصادياً، حيث توجد في معظم المناطق الزراعية (Khan and Dabaj, 1980؛ Dabaj and Khan, 1981؛ Siddiqui, 1982؛ الدنقلي وآخرون، 1986؛ Dabaj and Jenser, 1987؛ الفرجاني، 1988 ؛ Fourgani and Edongali, 1989)، حيث يوجد النوعان *M. incognita* و*M. javanica* على معظم المحاصيل الاقتصادية (Faraj *et al.*, 1980؛ Edongali and Dabaj, 1982؛ Dabaj and Khan, 1982)، وعلى بعض أشجار الفاكهة كالزيتون والنخيل والحمضيات وبعض الأشجار متساقطة الأوراق والعنب (El-Maleh, 1985؛ الدنقلي والفرجاني، 1986؛ Siddiqui and Khan, 1986a and 1986b؛ Edongali and El-Majberi, 1988؛ Edongali, 1989 ؛ El-Maleh and Edongali, 1995)، وعلى بعض نباتات الزينة (الفرجاني وآخرون، 1994 ؛ Saadabi, 1993)، ووجد النوع *M. arenaria* على الذرة والفول، و النوع *M. hapla* على الفول السوداني والباذنجان، و *M. naasi* على الشعير

(Dabaj and Jenser, 1987). وتوجــد الأنواع *M. artiellia* و*M. graminicola* و *M. graminis* على الفلفل وبعض الأعشاب البرية (Fourgani and Edongali, 1989).

4- 9. العـــراق

توجد خمسة أنواع من نيماتودا تعقد الجذور، وهي: *M. arenaria* (السلالة 1)، و *M. incognita* (السلالات 1 و 2 و 4)، و*M. javanica*، و*M. hapla*، و*M. thamesi* (Katcho, 1972؛ Stephan *et al.*, 1985؛ Al-Sabie and Ami, 1990)، حيث تم تعريفها وتسجيلها على 120 نوعاً من العـوائل النـباتية (Stephan, 1987؛ Stephan, 1988). وفي دراســة أخـرى، تم اكتـشاف وجـود الـسـلالة رقـم (2) مــن الـــنوع *M. arenaria* علـى البطيخ في شمـال العـراق (الـسبع وعمّـي، 1990). وفي دراسـة أجريـت حديثاً لحصر أنواع نيماتودا تعقد الجذور علـى البنـدوره، تم تسجيل وجـود السلالة رقـم (4) من النوع *M. incognita* لأول مرة في العراق، والتـقرير بـأن النوع *M. javanica* هـو الأكثر انتشاراً على البندوره في العراق (عمّي والسبع، 2002).

4- 10. عمان

تم تسجيل وجـود النـوع *M. incognita* علـى الموز والبرسـيم الحجـازي في منطقـة البتينه (Mani and Al-Hinai, 1996a and 1996b).

4- 11. مصـــر

تعد نيماتودا تعقد الجذور آفـة رئيسة، تتسبب بخسائر اقتـصادية كبيرة في إنتـاج معظم المحاصيل الخضرية خاصـة البنـدوره (Ibrahim, 1982؛ EL-Sherif and EL-Sherif, 1983؛ Ibrahim *et al.*, 1986؛ Mostafa *et al.*, 1997)، وفي الأشـجار المثمرة خاصـة الـدراق والعنـب والنخيـل، وفي المحاصـيل الحقليـة خاصـة القطـن ودوار الـشمس والبنجر السكري (Embabi *et al.*, 1976؛ Shohla, 1980؛ El-wakil and El-Sherif, 1983؛ Sharma, 1990)، ونباتـات الزينـة (Ibrahim and Kandeel, 1986؛ Ismail and

Eissa, 1993؛ Ismail and Amin, 1997). وتنتشر في مصر الأنواع الرئيسة من نيماتودا تعقد الجذور، حيث تنتشر الأنواع *M. javanica* و*M. incognita* و *M. arenaria* على معظم المحاصيل الحقلية والخضر وبعض أشجار الفاكهة (Ibrahim, 2002). ويوجد النوعان *M. incognita* و *M. javanica* على جذور النخيل في محافظتي الإسكندرية والبحيرة، بينما يوجد النوع *M. arenaria* على جذور النخيل في محافظة مطروح (Ibrahim *et al*., 2000)، ويوجد النوع *M. hapla* على الفراولة (Ibrahim, 2002).

4- 12. المغرب

يوجد النوع *M. javanica* على محاصيل الخيار والبندوره والباذنجان (Eddaoudi *et al*., 1997)، وبعض المحاصيل البقولية (Ammati, 1987)، والموز (Rammah, 1990 ؛ Eddaoudi *et al*., 1997). كما وجد النوع *M. incognita* على محصولي الفلفل والبندوره (Eddaoudi *et al*., 1997)، والنوع *M. morocciensis* على الفول السوداني (Rammah and Hirschmann, 1990). في حين وجد النوع *M. artiellia* على الحمص والفول في كلاً من المغرب وتونس (Di Vito *et al*., 1994).

4- 13. اليمن

وجد النوع *M. incognita* على بعض المحاصيل الاقتصادية وأشجار التين (Sikora, 1978 ؛ Abu-Gharbieh, 1983) والموز (Waele and Romulo, 1998)، بينما وجد النوع الأخر *M. arenaria* على التين (Abu-Gharbieh, 1983).

5. الطرق المتبعة في تعريف نيماتودا تعقد الجذور

إن التعريف الصحيح لعشائر نيماتودا تعقد الجذور إلى أنواع وسلالات يعد القاعدة الأساسية، التي يعول عليها في الحصول على مكافحة ناجعة للنيماتودا، خاصة عند استخدام الدورة الزراعية والأصناف المقاومة في مكافحة النيماتودا. وأيضاً، إن تحديد

النوع والسلالة مهم في إجراء دراسات بحثية متخصصة ودقيقة (Eisenback, 1985). من الممكن، تعريف عدة أنواع من نيماتودا تعقد الجذور بسهولة بالاعتماد على مداها العوائلي الضيق أو على بعض الخصائص الشكلية المميزة.

في البداية بعد استخلاص النيماتودا من جذور النبات وتربته، يتم تعريف أنواع نيماتودا تعقد الجذور بالاعتماد على الصفات الشكلية morphological characters للأطوار الحياتية المختلفة من الإناث والذكور ويافعات الطور الثاني. حيث تستخدم كلاً من الصفات النوعية والقياسية، إلا أن الصفات النوعية تعد أكثر جدوى وفائدة من القياسات الشكلية في إعطاء التعريف الدقيق (Karajeh, 2004 ؛Jepson, 1983). يعد شكل النمط العجاني perineal pattern، الموجود في الجزء الخلفي للإناث، أهم صفة شكلية نوعية مميزة بين معظم أنواع الجنس *Meloidogyne*، و النمط العجاني عبارة عن منطقة تحوي خطوط منتظمة من الكيوتيكل وانثناءات إضافية في طبقة الكيوتيكل الخارجية للإناث. ويتغير شكل النمط العجاني مع نضج الإناث، لذا يجب أن تقتصر الفحوصات التصنيفية على الإناث اللائي هن في مرحلة وضع البيض فقط. وعادة ما يقتصر استخدام صفة شكل النمط العجاني في تمييز الأنواع فقط، حيث لا يمكن التمييز بين السلالات المختلفة من نفس النوع، بسبب غياب الفروق الشكلية الواضحة بينها.

هنالك صعوبة في تعريف الأنواع الأربعة الرئيسة من نيماتودا تعقد الجذور، بسبب وجود بعض الفروق في الصفات الشكلية بين العشائر المختلفة ضمن نفس النوع، فبعضها يمثل النوع في صفاته وبعضها يصعب تمييزه بسبب وجود أفراد متنوعة في الشكل ولا تمثل النوع في داخل العشيرة الواحدة. ومما يزيد في صعوبة التعريف أيضاً، حدوث خلط عشائري بين نوعين أو أكثر من نيماتودا تعقد الجذور في الحقل نفسه، وخاصة عندما تتشابه هذه الأنواع في بعض الصفات التشخيصية، وغالباً ما يكون في شكل النمط العجاني. لذا فإن إجراء المقارنة بين الصور الملتقطة بالمجهر الضوئي والإلكتروني، يظهر وجود فروق شكلية واضحة في رمح الإناث والذكور في الأنواع الأربعة الرئيسة، حيث يمكن ملاحظة هذه الفروق في شكل الرمح بسهولة بالمجهر الإلكتروني، وبصورة أقل وضوحاً بالمجهر الضوئي (Eisenback and Triantaphyllou, 1991).

يعتبر موقع الفتحة الإخراجية للإناث من الصفات الشكلية المفيدة في تمييز بعض أنواع النيماتودا، إلا أن هذه الصفة قد تتباين داخل العشائر أو في النوع الواحد. ويعد شكل وطول ذيل يافعات الطور الثاني من أهم الصفات الشكلية، لأنها تتباين بين الأنواع المختلفة، بينما لا يوجد سوى تباينات ضئيلة داخل النوع الواحد (Hirschman, 1985)، وقد أمكن تعريف 33 نوعاً في 12 مجموعة بالاعتماد على التشابه في شكل وطول ذيل اليافعة (Jepson, 1983). على كل حال، فإن تعريف الأنواع بالاعتماد على الصفات الشكلية يحتاج إلى مهارة كبيرة، وإلى فحص عدد كبير من الأفراد في داخل العشيرة الواحدة. وتزداد دقة التشخيص إذا تم تدعيم نتائج التعريف بالصفات الشكلية مع نتائج الطرق المستخدمة الأخرى.

ومن الممكن أيضاً، التمييز بين أنواع هذه النيماتودا باستخدام اختبار نورث كارولين للعوائل التفريقية، الذي يستخدم عادةً في تعريف الأنواع الأربعة العالمية الرئيسة وسلالاتها (جدول 2)، وقد يساعد في تمييز العشائر المختلطة من هذه أنواع، ويعد الطريقة الوحيدة التي يمكن من خلالها تمييز السلالات الفسيولوجية الأربع الخاصة بالنوع *M. incognita*. لكن يحتاج هذا الفحص إلى وقت طويل (60 يوماً) من أجل معرفة مدى استجابة النبات للنيماتودا، وقد يعطي نتائج مضللة قي حالة العشيرة التي تحتوي أكثر من نوع أو سلالة.

وتعد طريقة وراثة الخلية من الطرق التي استخدمت في تمييز بعض الأنواع والسلالات الوراثية (Triantaphyllou, 1985). حيث يمكن استخدام أصباغ معينة مثل Orcein و Giemsa في صبغ المورثات Chromosomes الموجودة في أنوية الخلايا التناسلية في الإناث التي في مرحلة وضع البيض، ثم تحديد عدد المورثات لكل نوع أو سلالة ومقارنته مع الأنواع الأخرى باستخدام دليل معلومات وراثة الخلية (جدول 3). من خلال هذه الطريقة، تم تعريف عدة سلالات وراثية من النوع *M. arenaria* ومن النوع *M. hapla* (Triantaphyllou, 1990).

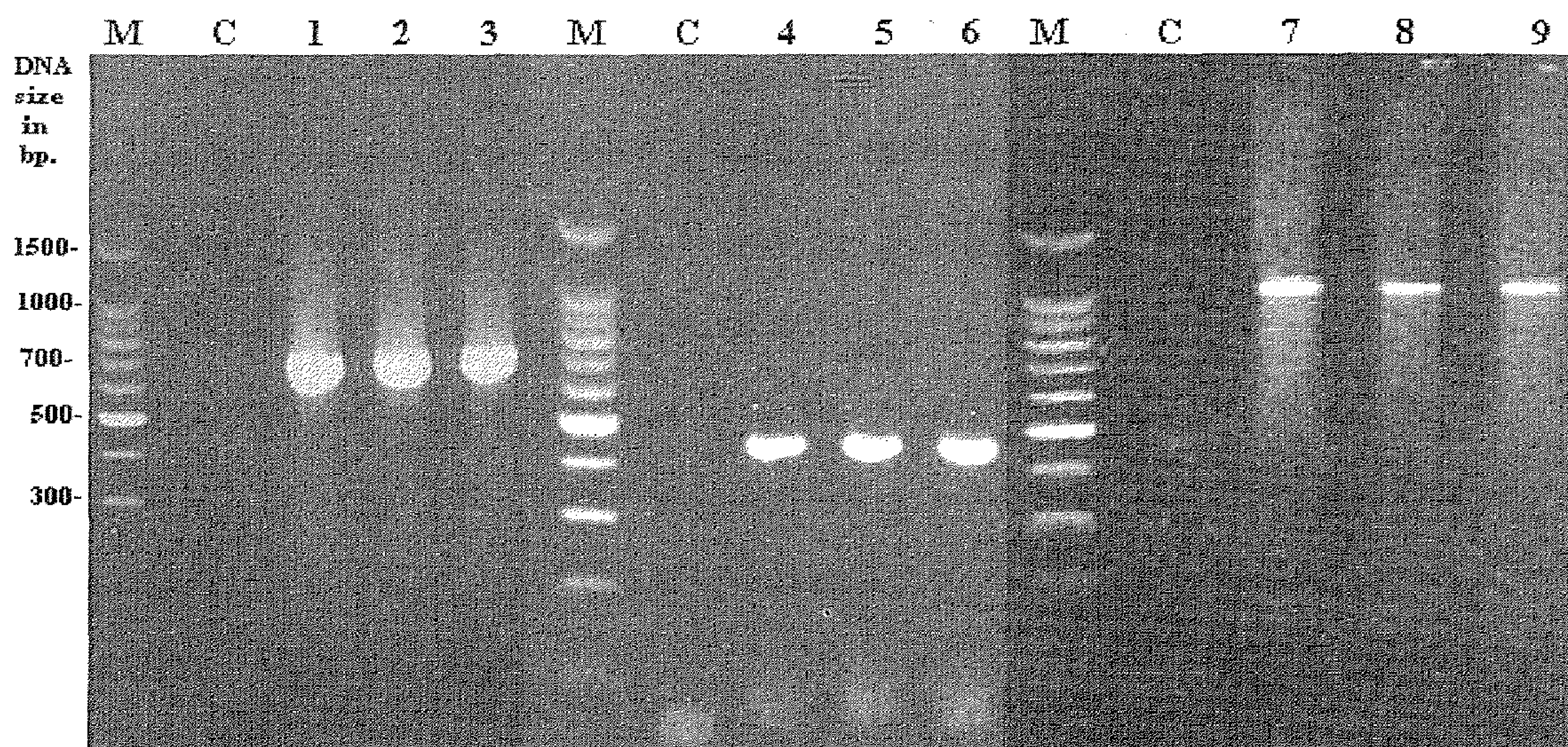
وتعد طريقة فحص أنماط البروتين الشكلية لإنزيمات Esterase و Malate Dehydrogenase خاصة من أهم الطرق الجزيئية التي تستخدم في تعريف أنواع

النيماتودا. حيث يمكن عزل البروتين من الإناث البالغة المفردة، وعمل نمط بروتيني لكل منها باستخدام الفصل الكهربائي على Polyacrylamide gel، ومقارنتها مع أنماط البروتين الخاصة بالأنزيمين السابق ذكرهما. تعد هذه الطريقة حساسة، لذا يمكن الاعتماد عليها بشكل كبير في تمييز معظم أنواع النيماتودا، خاصة العشائر الحقلية غير المعروفة (Esbenshade and Triantaphyllou, 1990). حديثاً، استخدمت أنماط البروتين كالصفات الشكلية للايسوزايمات Isozyme phenotypes لبعض الأنزيمات مثل Esterase و Malic dehydrogenase في تمييز النوع *M. haplonaria* الذي يشترك في صفاته الشكلية مع النوعين *M. hapla* و*M. arenaria* (Eisenback *et al.*, 2003).

أما البصمات الوراثية لـ DNA فهي من أدق الطرق الجزيئية التشخيصية وأسرعها، حيث تستطيع أن تميز خلائط أنواع النيماتودا وتعطي النتائج بسرعة خلال أيام قليلة. تتضمن هذه الطريقة عزل وتنقية الـ DNA من أفراد النيماتودا (سواء كانت بيض أو يافعات الطور الثاني، مفردة أو مجتمعة، إناث مفردة أو مجتمعة)، ثم تضخيم الـ DNA من خلال تفاعل البلمرة المتسلسل (Polymerase Chain Reaction, PCR) باستخدام بادئات primers متخصصة (طولها 18- 23 قاعدة) مكملة لتسلسلات معينة موجودة على الـ DNA في مناطق ribosomal DNA أو mitochondrial DNA أو في المناطق المضخمة ذات التسلسل المعروف (Sequence Characterized Amplified Regions, SCAR)، أو باستخدام بادئات عشوائية (طولها بحدود 10 قاعدة) من أجل تضخيم مناطق عشوائية في الـ DNA بما يسمى بالـ DNA المضخم عشوائياً متعدد الأشكال (Random Amplified Polymorphic DNA, RAPD). ثم يلي ذلك، عمل فصل كهربائي لحزم الـ DNA المضخمة ومشاهدتها تحت الأشعة فوق البنفسجية، ثم مقارنة حجم الحزم الناتجة مع مثيلتها التي تمثل كل نوع (شكل 2). وقد تم استخدام هذه التنقية في تمييز العشائر المحلية من أنواع نيماتودا تعقد الجذور في بعض الدول العربية مثل الأردن (Karajeh *et al.*, 2005a) ومصر (Haroon *et al.*, 2003).

جدول 3. معلومات وراثة الخلية التي تستعمل كدليل مرجعي لتحديد عدد الصبغيات ونمط التكاثر في نيماتودا تعقد الجذور. (عن: Triantaphyllou, 1985)

أنواع *Meloidogyne*	عدد العشائر	عدد بلدان المنشأ	عدد الصبغيات 1n	عدد الصبغيات 2n	نمط التكاثر
M. carolinensis	2	1	18		Amphimixis خلطي
M. megatyla	1	1	18		
M. microtyla	2	1	18-19		
M. subarctica	1	1	18		
M. exigua	6	1	18		Facultative Meiotic Parthenogenesis بكري اختزالي إختياري
M. graminicola	1	1	18		
M. graminis	10	5	18		
M. naasi	1	1	18		
M. ottersoni	1	1	18		
M. chitwoodi	6	3	14-18		
M. hapla السلالة أ Race A	48	24	13-17		
Polyploidy	1	1	28		
Polyploidy	2	2	34		
M. arenaria	18	13		30-38	Obligatory Mitotic Parthenogenesis بكري ثنائي الانقسام إجباري
	34	21		40-48	
	68	32		51-56	
M. craciani	1	1		42-44	
M. enterolobii	1	1		46	
M. hapla السلالة ب Race B	6	3		30-32	
	11	8		43-48	
M. hispanica	4	4		33-36	
M. incognita	6	6		32-38	
	215	64		41-46	
M. javanica	126	45		42-48	
M. microcephala	3	2		36-38	
M. oryzae	2	1		51-55	
M. platani	1	1		42-44	
M. querciana	1	1		30-32	
العدد الكلي	578				



شكل **2**. نواتج تضخيم الـ DNA ذات الأحجام 670 و 420 و 1200 زوج قاعدة الخاصة بتمييز عشائر الأنواع *Meloidogyne javanica* و *M. incognita* و*M. arenaria* على التوالي، وذلك باستخدام أزواج البادئات المتخصص بالنوع في تفاعل البلمرة المتسلسل في المناطق المضخمة ذات التسلسل المعروف SCAR-PCR (عن Karajeh *et al.*, 2005b).

عموماً، يبقى الجمع بين عدة طرق تشخيصية ضرورياً من أجل إعطاء التعريف الصحيح والدقيق لكل نوع. فيمكن استخدام صفة النمط العجاني في تعريف النوع مع تأكيد التعريف باستخدام نمط البروتين أو البصمة الوراثية لـ DNA الخاصة بذلك النوع، بينما يمكن تمييز السلالات الفسيولوجية لبعض الأنواع باستخدام اختبار العوائل التفريقية، والسلالات الوراثية لبعض الأنواع باستخدام فحوصات وراثة الخلية. ولا بد من الإشارة إلى أن هذا المجال يشهد تسارعاً مستمراً في تطوير تقنيات البصمات الوراثية وفي اكتشاف طرق تشخيصية حديثة. إن معرفة توزيع أنواع وسلالات نيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية، قد تستدعي إيجاد أو تفعيل مراكز الحجر الزراعي في الدول العربية من أجل منع دخول وانتشار الأنواع والسلالات من منطقة لأخرى ومن بلد لآخر.

6. الخلاصة

تعد نيماتودا تعقد الجذور من أهم أنواع نيماتودا النبات في العالم. تنتمي هذه النيماتودا إلى الجنس *Meloidogyne* في العائلة Meloidogynidae. حيث تضم عدداً كبيراً من الأنواع يزيد عن 80 نوعاً، منها أربعة أنواع شائعة عالمياً (*M. incognita* و *M. javanica* و *M. arenaria* و *M. hapla*)، وذات مدى تفضيل عائلي واسع من النباتات الاقتصادية. في الوطن العربي ولا يكاد يخلو بلد عربي من وجود نوع أو أكثر من نيماتودا تعقد الجذور. ويعد الجمع بين الطرق التشخيصية ضرورياً من أجل أعطاء التعريف الدقيق والصورة الواضحة لأنواع وسلالات نيماتودا تعقد الجذور، مما يساهم في الحصول على مكافحة ناجعة لها.

7. المراجع

أبو غريبية، وليد، وطلب العزة. **2004**. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 1- 22.

الدنقلي، الزروق أحمد، وخليفة حسين دعباج. **1986**. مسح أولي للنيماتودا المرضة المتلازمة مع أشجار النخيل بليبيا. ندوة النخيل الثانية. المملكة العربية السعودية.

الدنقلي، الزروق، وخليفة حسين دعباج، وغزالة الفرجاني. **1986**. إضافة عوائل لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في ليبيا. كتاب وقائع المؤتمر العربي الثاني لعلوم وقاية النبات. 28- 31 مارس، 1986، دمشق، سوريا.

السبع، رياض فالح، وسليمان نائف عمّي. **1990**. تعريف سلالات نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في شمال العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 8: 83- 87.

عمّي، سليمان نائف، ورياض فالح السبع. **2002**. تشخيص أنواع وسلالات نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في حقول نباتات الطماطم في محافظة نينوى/ شمال العراق. المجلة العراقية للعلوم الزراعية، 3(2): 116- 121.

الفرجاني، غزالة محمد. **1988**. دراسة نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp في بعض المناطق بالجماهيرية الليبية. رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا، 78 صفحة.

الفرجاني، غزالة، وخليفة دعباج، والزروق الدنقلي. **1994**. النيماتودا المرضة للنبات المصاحبة مع بعض نباتات الزينة في الجماهيرية الليبية. كتاب وقائع المؤتمر العربي الخامس لعلوم وقاية النبات. 27 نوفمبر-2 ديسمبر،1994، فاس، المغرب. 216 صفحة.

Abdu, B.A. 1972. A preliminary survey of plant-parasitic nematodes in the central region of Saudi Arabia. Bull. Fac. Sci., King Saud University, 4: 89-8.

Abu-Gharbieh, W.I. 1982. Distribution of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* in Jordan. Nematologica, 28: 34-37.

Abu-Gharbieh, W.I. 1983. A report on plant parasitic nematodes in the Democratic Republic of Yemen. 23-30 May.

Abu-Gharbieh, W.I., M.R. Karajeh and S.A. Masoud. 2005. Current distribution of the root-knot nematodes (*Meloidogyne* Species and Races) in Jordan. Jordan J. Agric. Sci., 1(1): 43-48.

Al-Ahmed, M. 1987. The status of plant-parasitic nematodes in cereals and food and forage legumes in Syria. In: Saxena, M.C., R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. ICARDA-135, Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Al-Asam, M.S. 1998. Protected Agriculture in the United Arab Emirates. Proceedings of an International Workshop, February15–18, Doha, Qatar, Arabian Peninsula Regional Program, ICARDA, 40-42.

Al-Hazmi, A.S. 1984. Host-index of plant-parasitic nematodes in the Kingdom of Saudi Arabia. J. Coll. Agric., King Saud University, 6: 69-85.

Al-Hazmi, S.A., A.M. Abul-Hayia, and I.Y. Trabuisi. 1983. Plant-parasitic nematodes in Al-Kharj region of Saudi Arabia. Nematol. medit., 11: 209-212.

Al-Hazmi, A.S., A.M. Ibrahim and A.T. Abdul-Raziq. 1993. Distribution, frequency and population density of nematodes

associated with potato in Saudi Arabia. Afro-Asian J. Nematol., 3: 107-11.

Al-Sabie, R.F., and S.N. Ami. 1990. Identification of races of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. in northern Iraq. Arab J. Pl. Prot., 8: 83-87.

Al-Yahya, F.A.A. 1998. The most prevalent and damaging plant parasitic nematodes in the Kingdom of Saudi Arabia during the last 40 years (1957-1997): Evaluation study. Alexandria Sci. Exchange, 19: 67-92.

Al-Yahya, F.A., A.S. Al-Hazmi and A.T. Abdul- Razig. 1999. Plant nematodes associated with non-crop plants in Onyzah, central province of Saudi Arabia. Arab J. Pl. Prot., 17: 77-83.

Ammati, M. 1987. Nematode status on food legumes and cereals in Morocco. Pp. 169-172. In: Saxena, M.C., R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. Proceeding of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Atieh, S. 1986. Pathogenicity and Histopathology of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* on Olive and Tomato. M. Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan. 145 pp.

Dabaj, K.H. and G. Jenser. 1987. List of plants infected by root-knot nematodes in Libya. Int. Nematol. Network Newsl., 4(3): 28-33.

Dabaj, K.H. and M.W. Khan. 1981. Incidence of root-knot disease in tomato and potato and identity of the causal species in the western region of the Libyan Jamahiriya. Libyan J. of Agric., 10: 103-9.

Dabaj, K.H. and M.W. Khan. 1982. Root-knot nematodes on indoor cucumber in Tripoli region of Libyan Jamahiriya. Pl. Dis., 66: 819-820.

Decker, H., A.M. Yassin, and E.M. El-Amin, 1979. Plant nematology in the Sudan, a review article. An. Zool., 1/80: 1-20.

Di Vito, M., N. Greco, H.M. Halila, L. Mabsoute, M.R. Larbi, S.P.S. Beniwal, M.C. Saxena, K.B. Sing and B. Solh. 1994. Nematodes of cool-season food vegetables in North Africa. Nematol. medit., 22: 3-10.

Eddaoudi, M., M. Ammati and A. Rammah. 1997. Identification of the resistance breaking populations of *Meloidogyne* on tomatoes in Morocco and their effect on new sources of resistance. Fundam. Appl. Nematol., 20: 285-289.

Edongali, E.A. 1989. Plant parasitic nematodes associated with olive trees in Libya. Int. Nematol. Network Newsl., 6: 36-37.

Edongali, E.A. and K.H. Dabaj. 1982. Preliminary survey of nematodes associated with vegetable crops in Libya. Libyan J. Agric., 11: 201-204.

Edongali, E.A. and S.H. El-Majberi. 1988. Plant parasitic nematodes associated with citrus plantations in Libya. Pak. J. Nematol., 6: 23-24.

Eisenback, J.D. 1985. Detailed morphology and anatomy of second-stage juveniles, males, and females of the genus *Meloidogyne* (root-knot nematode). In: Sasser, J. N. and C. C. Carter, Editors, An Advanced Treatise on *Meloidogyne* Vol. 1, Biology and Control, North Carolina state University, Graphics, Raleigh, NC, USA.

Eisenback, J.D. and H.T. Hirschmann, 1991. Root Knot Nematodes: *Meloidogyne* Species and Races. In: Nickle, W. R. Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker Inc. New York, Basel, Hong Kong, 191-274.

Eisenback, J.D., E.C. Bernard, J.L. Starr, T. A. Lee, Jr., and E.K. Tomaszewski. 2003. *Meloidogyne haplanaria* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing peanut in Texas. J. Nematol., 35: 395-403.

Eissa, M. F., G. Beinhart and S. Al-Uyayed. 1979. Cooperation with the international *Meloidogyne* project in the kingdom of Saudi Arabia. Proceedings of the Second Research Planning Conference on root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), November, Athens, Greece, 26-30.

El-Maleh, A.A. 1985. Plant parasitic Nematodes associated with deciduous fruit crops in eastern Libya, M. Sc. Thesis, Plant Protection Department, Al-Fateh, University, Tripoli. 108 pp.

El-Maleh, A. and Z. Edongali. 1995. Plant Parasitic nematodes associated with grape vine in Libya. Pak. J. Nematol., 13: 77-81.

El-Sherif, A.G. and A.S. EL-Sherif. 1983. Combined effect of soil texture and aldicarb (Temik 10 G) on *Meloidogyne incognita* infecting broad bean plant. Mansoura University, J. Agric. Sci., 8: 952-957.

El-Wakil, M.A. and A.G. El-Sherif. 1983. Influence of *Meloidogyne incognita* on sunflower plant in soil infested with *Agrobacterium tumefaciens*. 3rd Egyptian-Hungarian conference on plant protection, plant pathology, Entomology and pesticide chemistry, May 30-June 2, 1982, Budapest.

Embabi, M.S., A.B. Botros and A.A. Salem. 1976. Susceptibility of Egyptian cotton to the root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Agric. Res. Rev., 54(2): 163-165.

Esbenshade, P.R. and A.C. Triantaphyllou. 1990. Isozyme phenotypes for the identification of species. J. Nematol., 22: 10-15.

Faraj, I.S., M.W. Khan, and K.H. Dabaj. 1980. Root-knot disease of cabbage and lettuce from Tripoli province a new record for Jamahiriya. Libyan J. Agric., 9: 125-126.

Fourgani, G.M. and E.A. Edongali. 1989. Speciation of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) associated with crop plants in Libya. Int. Nematol. Network Newsl., 6(1): 38-39.

Greco, N., M. DiVito, M.V. Reddy and M.C. Saxena. 1984. A preliminary report of survey of plant parasitic nematodes of leguminous crops in Syria. Nematol. medit., 12: 87-93.

Haroon, S., A.A. Al-Ghor, M.A. El-Rheem and E. Abdella. 2003. Identification of different root-knot nematodes and detection of intra-specific and intra-population genetic variabilities between different nematode samples using RAPD technique. Arab J. Biotechnol., 6(2): 247-266.

Hartman, K.M. and J.N. Sasser. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattern morphology. Pp: 69-77. In: Barker, K. R., C. C. Carter and J. N. Sasser, Eds. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. II: Methodology. North Carolina State University Graphics, Raleigh, N.C., USA. 223 pp.

Hashim, Z. 1979. A preliminary report on the plant-parasitic nematodes in Jordan. Nematol. medit., 7: 177-186.

Hashim, Z. 1983. Plant-parasitic nematodes associated with pomegranate (*Punica granatum* L.) in Jordan and an attempt to chemical control. Nematol. medit., 1: 199-200.

Hirschmann, H. 1985. The classification of the family Meloidogynidae. Pp: 35-45. In: Sasser, J. N. and C. C. Carter, Eds. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. I: Biology and Control. North Carolina State University Graphics, Raleigh, N.C., USA. 422 pp.

Ibrahim, I.K.A. 1982. Species and races of root-knot nematodes and their relationships to economic host plants in Northern Egypt. In: Proceedings of the 3rd Research and Planning Conference on Root-knot Nematode, *Meloidogyne* spp., September 13-17, Coimbra, Portugal, 66-84 pp.

Ibrahim, I.K.A. 2002. Nematodes of Agricultural Crops. Munshaat Al-Maaref. Alexandria. 344 pp.

Ibrahim, I.K.A. and S.A. Kandeel. 1986. Resistance of five timber tree species to root knot nematodes. Alex. J. Agric. Res., 31: 291-295.

Ibrahim, I.K.A, Z.A. Handoo and A.A. El-Sherbiny. 2000. A Survey of Phytoparasitic Nematodes on Cultivated and Non-Cultivated Plants in Northwestern Egypt. J. Nematol., 32(4S): 478–485.

Ibrahim, I.K.A., M.A. Rezk and H.A.A. Khalil. 1986. Occurrence and host range of root knot nematodes *Meloidogyne* spp. in northern Egypt. Alex. J. Agric. Res., 31: 267-278.

Ismail, A.E. and A.W. Amin. 1997. Plant parasitic nematodes associated with cacti and succulent plants in botanic gardens of Egypt. Pak. J. Nematol., 15: 29-37.

Ismail, A.E. and M.F.M. Eissa. 1993. Plant parasitic nematodes associated with ornamental palms in three botanic gardens. Pak. J. Nematol., 11: 53-59.

Lamberti, F. 1984. Nematode problems of the mediterranean coastal stripe in the Syrian Arab Republic. Nematol. medit., 12: 53-64.

Jepson, S. 1983. Identification of *Meloidogyne*: a general assessment and a comparison of male morphology using light microscope, with a key to 24 species. Rev. Nematol., 6: 291-309.

Katcho, Z.A. 1972. First occurrence of certain root-knot nematode species in Iraq. Pl. Dis. Rep., 56(9): 824.

Karajeh, M.R. 2004. Identification, Distribution, and Genetic Variability of the Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Jordan. Ph. D. Thesis, University of Jordan, Amman, Jordan. 152 pp.

Karajeh, M.R., W.I. Abu-Gharbieh and S.A. Masoud. 2005a. First Report of the Root-Knot Nematode *Meloidogyne arenaria* Race 2 from Several Vegetable Crops in Jordan. Pl. Dis., 89(2): 206.

Karajeh, M.R., W.I. Abu-Gharbieh, and S.A. Masoud. 2005b. Virulence of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., on tomato bearing the Mi gene for resistance. Phytopathol. medit., 44(1): 24-28.

Karrsen, G. 2002. The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Göldi, 1892 (Tylenchida) in Europe. Koninklijke Brill NV, Leiden, The Netherlands. 157 pp.

Khan, M.W. and K.H. Dabaj. 1980. Some preliminary observations on root knot nematodes of vegetable crops in Tripoli region of Libya. Jamahiriya. Libyan J. Agric., 9:127-136.

Khan, B., A.A. Khan and M.R. Khan. 2003. Pathogenic variability among isolates of *Meloidogyne javanica* on *Capsicum annum*. J. Nematol., 35(4): 430-432.

Mani, A. and M.S. Al-Hinai. 1996a. Plant-parasitic nematodes associated with alfalfa and fluctuations of *Pratylenchus jordanensis* population in the Sultanate of Oman. Fundam. Appl. Nematol., 20: 443-447.

Mani, A. and M.S. Al-Hinai. 1996b. Population dynamics and control of plant parasitic nematodes on banana in the Sultanate of Oman. Nematol. medit., 24(2): 295-299.

Mostafa, F.A.M., A.H. Fouly and A.G. EL-Sherif. 1997. Biological control of *Meloidogyne javanica* infesting tomato by the predaceous mite, *Lasiosieus dentatus*. Egypt. J. Agronematol., 1(1): 113-120.

Nickle, W.R. 1991. Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker Inc., New York. 1035 pp.

Oteifa, B.A. 1987. Nematode problems of winter season cereals and food legume crops in the Mediterranean region. Pp 199-209. In: Saxena, M.C., R.A. Sikora and J.P. Srivastava ,Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. ICARDA-135, Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Rammah, A. 1990. Nematode problems of banana greenhouse production in Morocco. Proceeding of 8th congress of the Mediterranean Phytopathological Union, October 28th-November 3rd, 1990, Agadir, Morocco, p. 481.

Rammah, A. and H. Hirschmann. 1990. *Meloidogyne morocciensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Morocco. J. Nematol., 22(3): 279-291.

Saad, A.T and M. Tanveer. 1970. Prevalence and host range of *Meloidogyne* species in Lebanon. FAO Pl. Prot. Bull., 31-35.

Saadabi, A.M. 1988. Plant parasitic nematodes associated with sugar cane at Kenana sugar estate of Sudan. Int. Nematol. Network Newsl., 5: 28-30.

Saadabi, A.M. 1993. Plant parasitic nematodes associated with some ornamental plants in Libya. Pak. J. Nematol., 11(1):49-51.

Sellami, S., Z. Bousnina and F. et Bacha. 1998. Nematofaune associée à la fève et plantes hôtes du nématode des tiges: *Ditylenchus dipsaci*. Seminaire National sur les légumineuss alimentaires. Hammam Bouhdjar 10-12, Mai (Algérie).

Sellami, S., M. Lounici, A. Eddoud, and H. Benseghir. 1999. Distribution et plantes hotes associees aux *Meloidogyne* sous abris plastiques en Algerie. Nematol. medit., 27: 295-301.

Sharma, N. 1990. A disease complex of soybean involving nematode, *Meloidogyne incognita,* and the soil-inhabiting fungi, *Fusarium* sp. and *Pythium* sp. Int. Nematol. Network Newsl., 7: 17-19.

Shohla, G.S. 1980. Certain plant parasitic nematodes infected field crops with special reference to sugar-beet and kenaf. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., Cairo University., Egypt.

Siddiqi, M.R. 2000. Tylenchida: Parasites of Plants and Insects, 2nd Edition. CABI Publishing. 848 pp.

Siddiqui, Z.A. 1982. Plant parasitic nematodes in vineyards of Tripoli and Zawia region. Libyan J. Agric., 11:153-157.

Siddiqui, Z.A. and M.W. Khan. 1986a. Nematode problems of some fruit trees in Libya. Int. Nematol. Network Newsl., 3: 28.

Siddiqui, Z.A. and M.W. Khan. 1986b. A survey of nematodes associated with pomegranate in Libya and evaluation of some systemic nematicides for their control. Pak. J. Nematol., 4: 83-90.

Sikora, R.A. 1978. Status of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp., in the Yemen Arabic Republic, Pp. 50-57. In: Proceedings of First IMP Research Plann. Conference on root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. Region VII, January 29-February 2, 1978, Cairo, Egypt, 85 pp.

Stephan, Z.A. 1987. Plant-parasitic nematodes on cereals and legumes in Iraq. Pp. 155-159. In: M. C. Saxena, R. A. Sikora, and J. P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. Proceedings of a workshop held at Larnaka, Cyprus, 1-5 March, 217 pp.

Stephan, Z.A. 1988. Newly reported hosts of root-knot nematodes in Iraq. Int. Nematol. Network Newsl., 5: 36-43.

Stephan, Z.A., A.H. Alwan and B.G. Antoon. 1985. Occurrence of plant parasitic nematodes in vineyard soil in Iraq. Nematol. medit., 13:261-264.

Tawfik, A.E., F.W. Riad and S. EL-Eraki. 1983. Field spread of crown gall and root-knot nematode infection to peach rootstocks in Wady-el Mollake, Ismaelia. Agric. Res. Rev., 61: 193-201.

Taylor, T.L., J.N. Sasser and L.A. Nelson. 1982. Relationship of climate and soil characteristics to geographical distribution of *Meloidogyne* species in agricultural soils. International *Meloidogyne* Project, North Carolina, USA,65 pp.

Triantaphyllou, A.C. 1985. Cytogenetics, cytotaxonomy and phylogeny of root-knot nematodes. Pp. 113-126. In: Barker, K., C. C. Carter and J. N. Sasser,Eds. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. 2:

Methodology. North Carolina State University Graphics, Raleigh. NC, USA. 223 pp.

Triantaphyllou, A.C. 1990. Cytogenetic status of *Meloidogyne kikuyensis* in relation to other root-knot nematodes. Rev. Nematol., 13: 175-180.

Waele, D.D. and G.D. Romulo. 1998. The Root-Knot Nematodes of Banana (*Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*). Musa Pest Factsheet, No. 3, 4 pp.

Yassin, A.M. 1986. Nematode parasites of crop plants in the Sudan. Tech. Bull. 4 (New Series), ARC.

Yassin, A.M. 1987. The status of research on plant nematology in cereals and food and fodder legumes in the Sudan. Pages 181-191. In: M. C. Saxena, R. A. Sikora and J. P. Srivastava ,Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. Proceedings of a workshop held at Larnaka, Cyprus, 1-5 March, 217 pp.

Yousef, D.M. and J.J.S. Jacob. 1994. A nematode survey of vegetable crops and some orchards in the Ghor of Jordan. Nematol. medit., 22: 11-15.

الفصل الثامن

إحيائية نيماتودا تعقد الجذور

Biology of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.)

أحمد سعد الحازمي(1)، خليفة حسين دعباج(2)، موفق رمضان كراجة(3) وصالح نعمان النظاري(4).

(1) كلية الزراعة والغذاء، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

(2) كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا.

(3) كلية الزراعة، جامعة مؤته، الكرك، الأردن.

(4) كلية الزراعة والغذاء، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

المحتويات

1- مقدمة — Introduction

2- معلومات أساسية — Basic information

(الوصف العام للنيماتودا ، الأنواع والسلالات، المدى العوائلي، التغذية، التكاثر، التطور الجنيني، الفقس، دورة الحياة ، الأعراض).

3. الدراسات العربية — Studies in the Arab countries

3- 1. أهمية نيماتودا تعقد الجذور في البلاد العربية — Economic importance

3- 2. الانتشار والتوزيع — Distribution

3- 3. الأنواع والسلالات الفسيولوجية — Species and races

3- 4. المدى العوائلي — Host range

3- 5. دورة الحياة — Life cycle

3- 6. ديناميكية كثافة العشائر — Population dynamics

4. الخلاصة — Conclusion

5. المراجع — References

1. مقدمة Introduction

تُعد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. من أهم مجموعات النيماتودا المتطفلة على النبات (Plant-parasitic nematodes)، بل أهمها على الإطلاق. وتعود أهميتها إلى عدة عوامل، لعل من أهمها: انتشارها الكبير في جميع أنحاء العالم، ومداها العوائلي الواسع، وكذلك اشتراكها مع الأحياء الدقيقة في التربة لإحداث أمراض نباتية معقدة (مركبة)، بالإضافة إلى قدرتها على "كسر" مقاومة الأصناف لبعض الأمراض النباتية أو إضعاف النباتات وتهيئتها للإصابة بأحياء (ممرضات) ثانوية.

تسبب هذه المجموعة من النيماتودا مرض تعقد الجذور Root-knot على أكثر من 3000 نبات في جميع أنحاء العالم، مسببة خسائر اقتصادية كبيرة للمحاصيل الزراعية، خاصة في الأراضي الرملية، قد تصل إلى تلف كامل للمحصول (Taylor & Sasser, 1978؛ Sasser, 1980؛ Sasser, 1989).

يتضمن هذا الفصل قسمين رئيسين: الأول يتناول المعلومات الأساسية عن إحيائية Biology نيماتودا تعقد الجذور، والقسم الثاني يتطرق إلى الدراسات العربية التي تناولت إحيائية (بيولوجية) هذه النيماتودا.

2. معلومات أساسية Basic information

2- 1. الوصف العام للنيماتودا General description

تنتمي نيماتودا تعقد الجذور لفصيلة Meloidogynidae التابعة لرتبة Tylenchida في طائفة Secernentea من شعبة Nematoda.

تتخذ الإناث الكاملة شكلاً كمثرياً، بينما تحتفظ الذكور بشكلها الدودي (شكل 1). أما اليرقات (اليافعات أو الأحداث Juveniles) فتكون في بداية طورها الثاني (J_2) دودية الشكل ثم تنتفخ قليلاً وتتحول إلى شكل السجق، بينما يتخذ الطورين الثالث والرابع شكلاً منتفخاً. يستدق الطرف الأمامي للأنثى قليلاً ليشكل منطقة عنق ضيقة ورأساً متحركاً. يبلغ

متوسط طول جسم الأنثى حوالي 700 ميكرون بقطر 400 ميكرون تقريباً. وتتميز البصلة الوسطى للمريء في الأنثى بضخامتها وكبر حجمها. والذكور ليس لها جراب تناسلي، وذات طول حوالي 1400 ميكرون بقطر 30 ميكروناً تقريباً، بينما يبلغ متوسط طول الطور اليرقي الثاني (J_2) حوالي 400 ميكروناً بقطر 15 ميكرون (Lamberti and Taylor, 1979؛ Jepson, 1987).

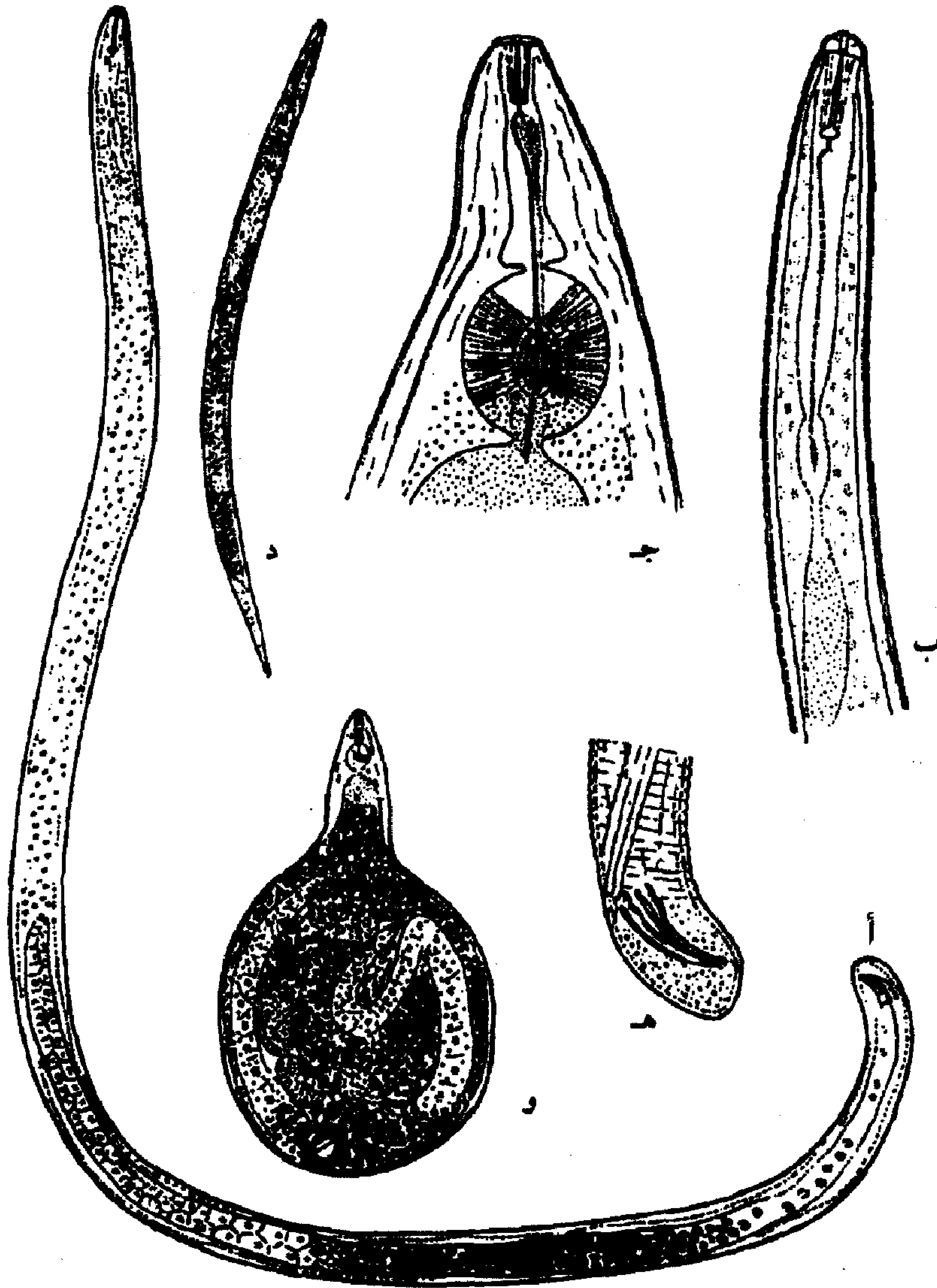
2- 2. الأنواع والسلالات Species and races

يعرف حتى الآن ما لا يقل عن 80 نوعاً من أنواع نيماتودا تعقد الجذور، بعضها منتشر في جميع أنحاء العالم، بينما يتركز البعض الآخر في مناطق بيئية معينة. ويكاد لا يمر عام واحد دون اكتشاف ووصف نوع جديد أو أكثر من هذه النيماتودا. وتعد الأنواع الأربعة التالية: *M. incognita*، و*M. javanica*، و*M. hapla*، و*M. arenaria* هي الأنواع الأكثر شيوعاً في الحقول الزراعية في معظم أنحاء العالم، إذ تشكل هذه الأنواع الأربعة أكثر من 97٪ من مجموع الأنواع المعروفة من هذه النيماتودا في العالم (Hartman and Sasser, 1985). ويمكن التمييز بين الأنواع المختلفة بعدة طرق من أشهرها طريقة النمط العجاني Perineal pattern (شكل 2) واختبار العوائل التفريقية. ويتبع للنوع *M. incognita* أربع سلالات (1، و2، و3، و4) مرضية، و للنوعين *M. javanica, M. arenaria* سلالتان (سلالة 1، و2) (Sasser and Triantaphylou, 1977؛ Taylor and Sasser, 1978؛ Stephan,1988, Hartman and Sasser, 1985).

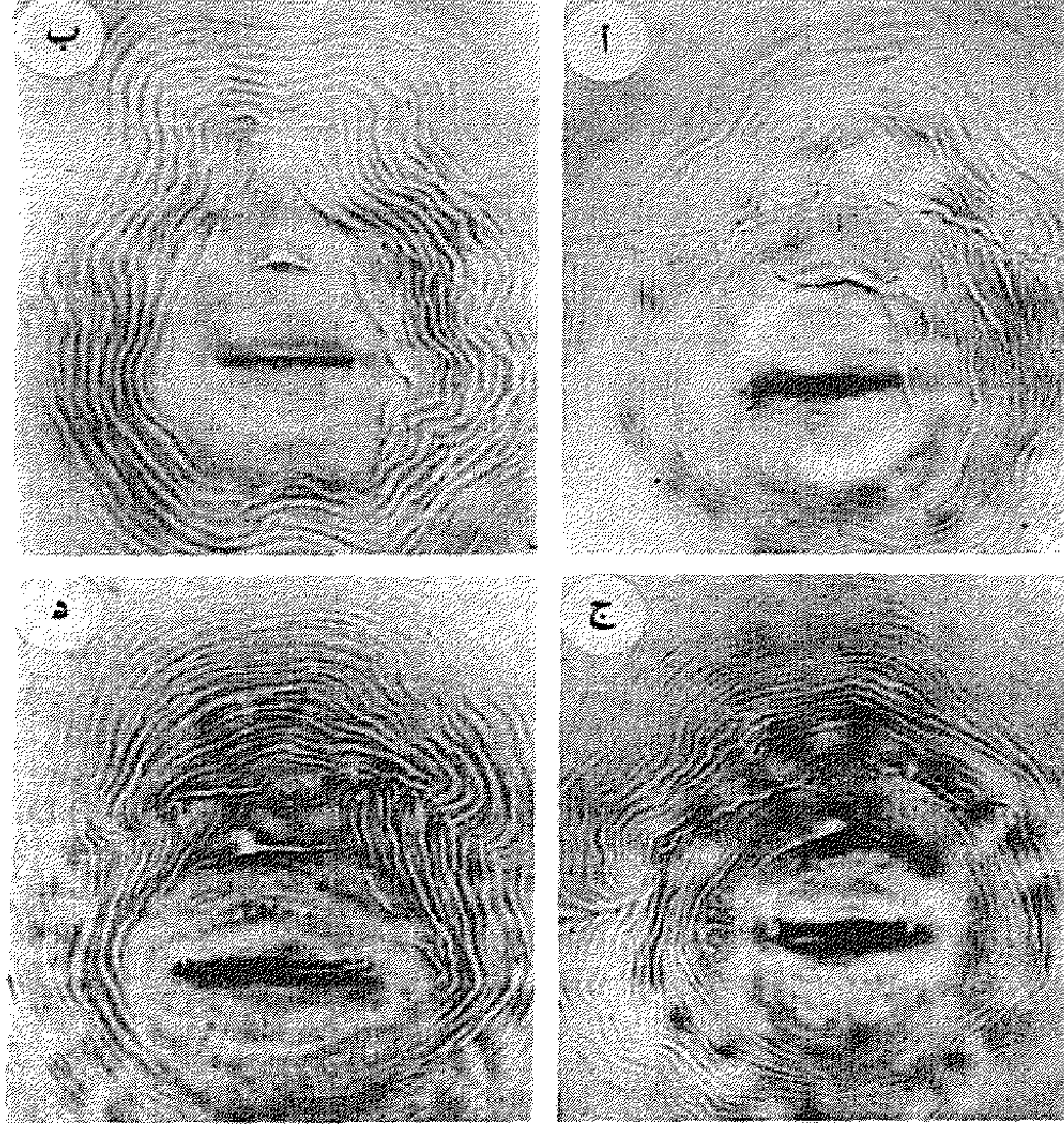
2- 3. المدى العوائلي Host range

تصيب الأنواع المختلفة من هذه النيماتودا ما لا يقل عن 3000 نوع نباتي من محاصيل الحقل والخضر، وأشجار الفاكهة والغابات، ونباتات الزينة والحشائش، وغيرها. ويكاد لا يخلو أي نبات مزروع من إمكانية إصابته بنوع أو أكثر من أنواع هذه النيماتودا. تُعد الأنواع المختلفة من نيماتودا تعقد الجذور غير متخصصة بصفة عامة، إلا أن هناك

عدداً محدوداً من أنواعها يعد متخصصاً إلى حد كبير، مثل *M. exigua* على البن، و *M. mali* على التفاح (Taylor and Sasser, 1978).



شكل **1**. نيماتودا تعقد الجذور. (أ) الذكر. (ب) الجزء الأمامي للذكر، (ج) الجزء الأمامي للأنثى، (د) الطور اليرقي (اليافع) الثاني، (هـ) الجزء الخلفي للذكر. (و) الأنثى.



شكل 2. صور بالمجهر الضوئي توضح النمط العجاني لأربعة أنواع من نيماتودا تعقد الجذور:
(أ) *M. javanica* (ب) *M. incognita* (ج) *M. hapla* (د) *M. arenaria*

2- 4. التغذية Feeding

تُعد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. طفيليات داخلية ساكنة Sedentary endoparasites على الجذور. تخترق يرقات (يافعات) الطور الثاني (J_2) الجذور في منطقة أعلى بقليل من قمة الجذر، حيث تقوم أولاً – وبواسطة رمحها – بعمل ثقب في الجذر على شكل فتحة صغيرة تخترق من خلالها إلى داخل الجذر (شكل 3)، يساعدها في ذلك إفرازات كيميائية تسهل عملية الاختراق. ثم تأخذ طريقها داخل نسيج الجذر وتتحرك داخل النسيج لفترة قصيرة قبل أن تستقر في مكان التغذية Feeding site، وذلك بالقرب من خلايا الحزم الوعائية الحاملة للعصارة الغذائية، بحيث يصبح رأس النيماتودا في الحزم الوعائية والجسم في منطقة القشرة للجذر بالقرب من منطقة الاستطالة. ثم –

وبواسطة الرمح- تثقب النيماتودا جدر الخلايا المحيطة بها وتحقنها بالعصارات الهاضمة التي تفرزها غدد المريء. تسبب هذه العصارات تضخم Hypertrophy بضعة خلايا في نسيج الاسطوانة الوعائية تحيط برأس النيماتودا تسمى فيما بعد بالخلايا العملاقة Giant cells تتغذى النيماتودا من خلالها. كما أن هذه العصارات تؤدي إلى ازدياد معدل انقسام الخلايا Hyperplasia في النسيج المحيط Pericycle. وكل ذلك يقود عادة إلى تضخم منطقة الإصابة بالجذر على شكل عقد جذرية Galls، وعادة تحتوي العقدة الواحدة على أنثى أو أكثر.

يتغذى أفراد الطور اليرقي (اليافع) الثاني (J_2)، ولاحقاً الإناث (علماً بأن الأطوار اليافعة الأخرى والذكور لا تتغذى)، من خلال امتصاص محتويات الخلايا العملاقة (الخلايا المغذية). تعمل العصارات الهاضمة التي تفرزها النيماتودا من غدد المريء على هضم سيتوبلازم الخلية هضماً جزئياً خارجياً حيث تزداد سيولته وسهولة امتصاصه. تمتص النيماتودا هذا الغذاء المهضوم جزئياً عن طريق تجويف الرمح، وذلك بمساعدة تقلص عضلات المريء الذي يعمل في هذه المرحلة كمضخة ماصة. تمر المادة الغذائية من خلال تجويف الرمح، فتجويف المريء، ومن ثم إلى تجويف الأمعاء حيث يتم الهضم النهائي للغذاء. ينتج عن الهضم حبيبات دهنية تخزن في خلايا الأمعاء تستخدمها النيماتودا في عملية التمثيل الغذائي (الأيض) لإنتاج الطاقة اللازمة لنموها وحركتها ونشاطها.

2- 5. التكاثر Reproduction

تتكاثر معظم أنواع نيماتودا تعقد الجذور تكاثراً بكرياً Parthenogenesis، لكن هناك بعض الأنواع القليلة مثل *M. naasi* و *M. graminis* تتكاثر اختيارياً عن طريق التكاثر الخلطي Amphimixis. في التكاثر البكري لا تحتاج الإناث إلى حيوانات منوية حتى لو وجدت تلك الحيوانات في الحوصلة المنوية بجهازها التناسلي. يختلف عدد الذكور الناتجة عن تكاثر النيماتودا وذلك باختلاف توفر الغذاء والتزاحم الشديد على مواقع التغذية وغيرها من العوامل. تتطور معظم اليرقات (اليافعات) إلى إناث عندما يكون الغذاء متوفراً، بينما تتطور نسبة كبيرة منها إلى ذكور، من خلال عملية عكس الجنس Sex reversal، وذلك في

حالة نقص الغذاء، وفي حالة الإصابة الشديدة، أو عندما تصبح النباتات المصابة متقدمة في العمر. وهذه إستراتيجية تتبعها النيماتودا لحفظ النوع، نظراً لأن الذكور هنا لا تلعب أي دور في عملية التطفل والتغذية.

2- 6. التطور الجنيني Embryo development

تضع الأنثى البيض، عادة في طور الخلية الواحدة (one-celled stage)، حيث يجمع البيض مع مادة جلاتينية (تفرزها ثلاث غدد خاصة) في كتلة واحدة تسمى كتلة البيض egg mass تتكون داخل الجذر ثم تبرز على سطحه. تحتوي كل كتلة على 300-500 بيضة، وأحياناً على أكثر من ألف (1000) بيضة.

يبدأ تطور الجنين خلال ساعات من وضع البيض، حيث تتطور خلية الجنين الأولى إلى خليتين ثم أربع، ثم ثمان، ثم 16، ثم 32 خلية. وهكذا يستمر التطور إلى أن تتكون اليرقة (اليافعة) كاملة في طورها الأول (J_1) مع رمح واضح، وهي ملتفة داخل قشرة البيضة. ومع استمرار نمو الطور اليرقي (اليافع) الأول يحدث الانسلاخ الأول (M_1) ويتكون الطور اليرقي (اليافع) الثاني (J_2) داخل البيضة.

2- 7. الفقس Hatching

يفقس البيض بعد اكتمال الانسلاخ الأول وتطور اليرقة (اليافعة) إلى الطور اليرقي (اليافع) الثاني (J_2). ويحتاج فقس البيض إلى توفر ظروف بيئية مناسبة، مثل درجات الحرارة والرطوبة المناسبتين. تبدأ عملية الفقس بزيادة نفاذية قشرة البيضة الذي ينتج عنه زيادة المحتوى المائي للطور اليرقي (اليافع) الثاني (J_2) داخل البيضة، ومن ثمّ زيادة نشاطه وإفرازه لإنزيمات الفقس. يقوم الطور اليرقي الثاني بعمل حركات ترددية سريعة للرمح في نقاط متجاورة على طرف القشرة لعمل ثقباً صغيراً يدفع نفسه من خلاله إلى الخارج وهو مهيأ للحركة والتغذية، ويسمى في هذه المرحلة بالطور القادر على الإصابة Infective stage. وقد لا تترك هذه اليرقات (اليافعات) الفاقسة كتلة البيض سريعاً، فأحياناً نلاحظ أطوار يرقية (يافعات) مختلطة مع البيض في أطوار نمو مختلفة وهي جميعاً داخل كتلة

البيض. بعد أن تترك اليرقات (J_2) كتلة البيض تتحرك في التربة باحثة عن جذر نبات عائل لاختراقه والتغذية عليه.

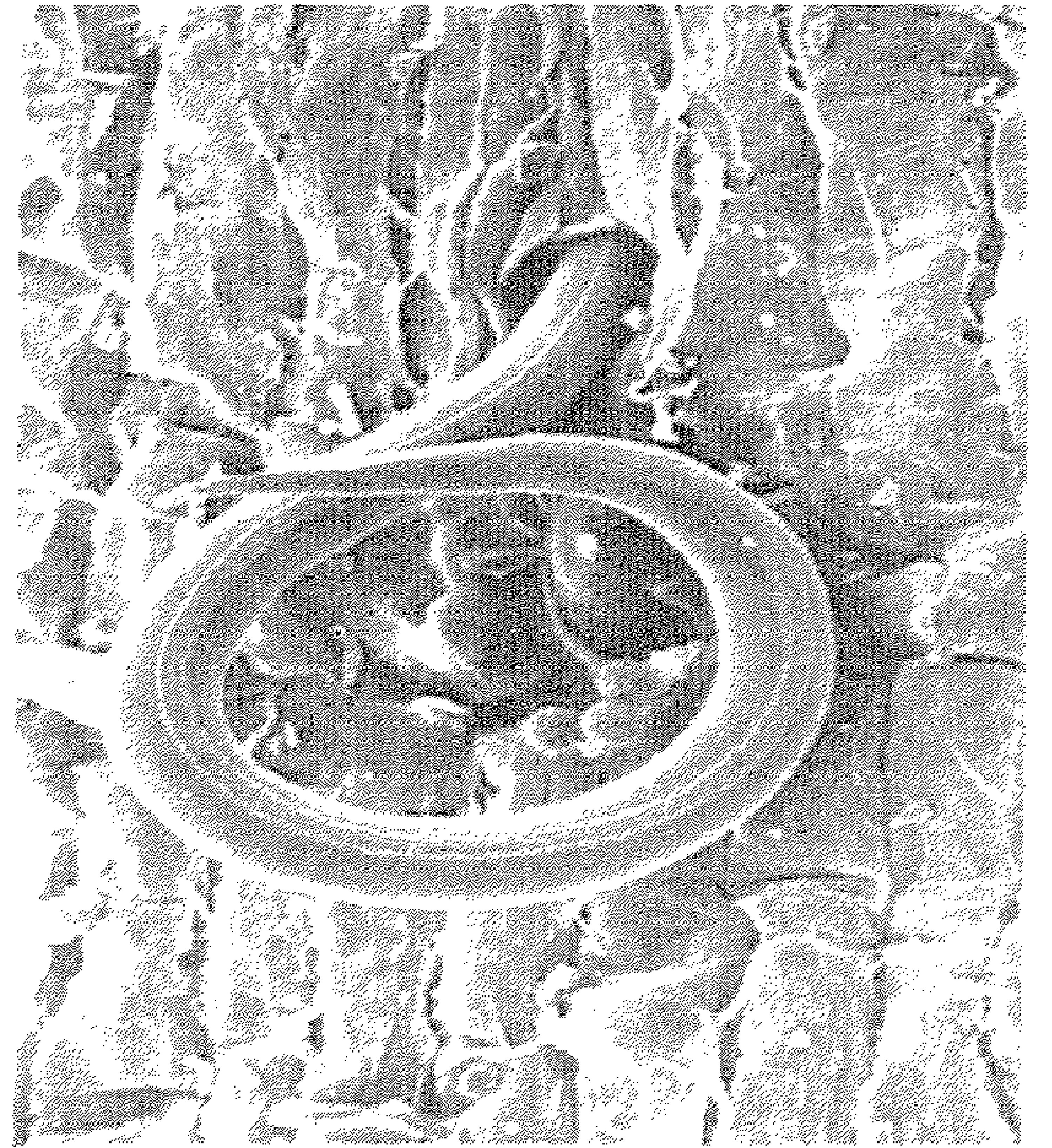
2- 8. دورة الحياة Life cycle

تضع الأنثى الناضجة البيض في كيس بيض (شكل 4) Egg sac يبرز عادة على سطح الجذر. يتطور الجنين داخل البيضة إلى أن يصل إلى الطور اليرقي (اليافع) الأول (J_1)، ثم يحدث الانسلاخ الأول داخل البيضة، ويتكون الطور اليرقي (اليافع) الثاني (J_2) داخل البيضة. وعند توافر درجات الحرارة والرطوبة المناسبة يفقس البيض ويخرج الطور اليرقي الثاني، وهو الطور المعدي Infective stage الوحيد القادر على بدء الإصابة. تخترق يرقات (يافعات) الطور الثاني المعدي جذيرات العائل، وتتحرك لفترة قصيرة، ثم تستقر داخل الجذر وتبدأ في التغذية. بعد ذلك تحدث ثلاثة انسلاخات متتالية لتمر اليرقات بالأطوار: اليرقي الثالث (J_3)، ثم اليرقي الرابع (J_4)، ثم الطور البالغ من إناث وذكور (شكل 4). تستعيد الذكور شكلها الدودي، وتغادر أنسجة الجذر إلى التربة، وغالباً لا يكون لها دور في عملية التكاثر، إذ أن التكاثر في أغلب أنواع نيماتودا تعقد الجذور تكاثر بكري. أما الإناث فتنتفخ، وتتخذ الشكل الكمثري، وتستأنف التغذية على الخلايا العملاقة. وعند نضجها تضع الإناث البيض في كتل جيلاتينية. تستغرق دورة الحياة عادة 3- 4 أسابيع في الفصول الدافئة، وعموماً يبلغ متوسط عدد الأجيال في السنة 7- 10 أجيال متداخلة (Taylor and Sasser, 1978).

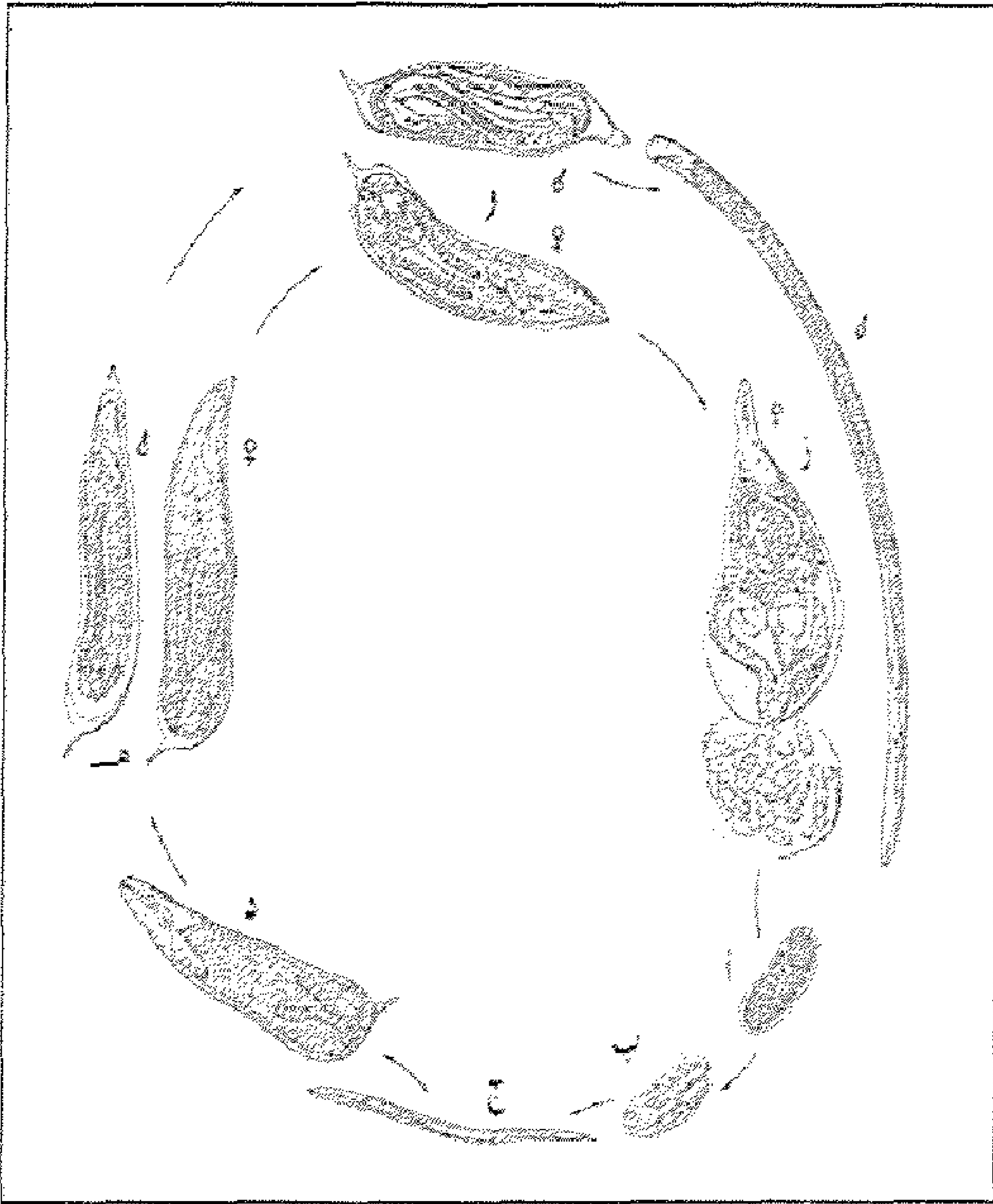
2- 9. الأعراض Symptoms

تُعد الأعراض الظاهرية على المجموع الخضري غير متخصصة، فهي تشمل ضعفاً عاماً في نمو النبات، يصاحبه عادة اصفرار للأوراق وأعراض تشبه أعراض نقص العناصر الغذائية. وكذلك تشمل الذبول، وخاصة وقت الظهيرة. كما يحدث نقص كبير في كمية المحصول الناتج ونوعيته.

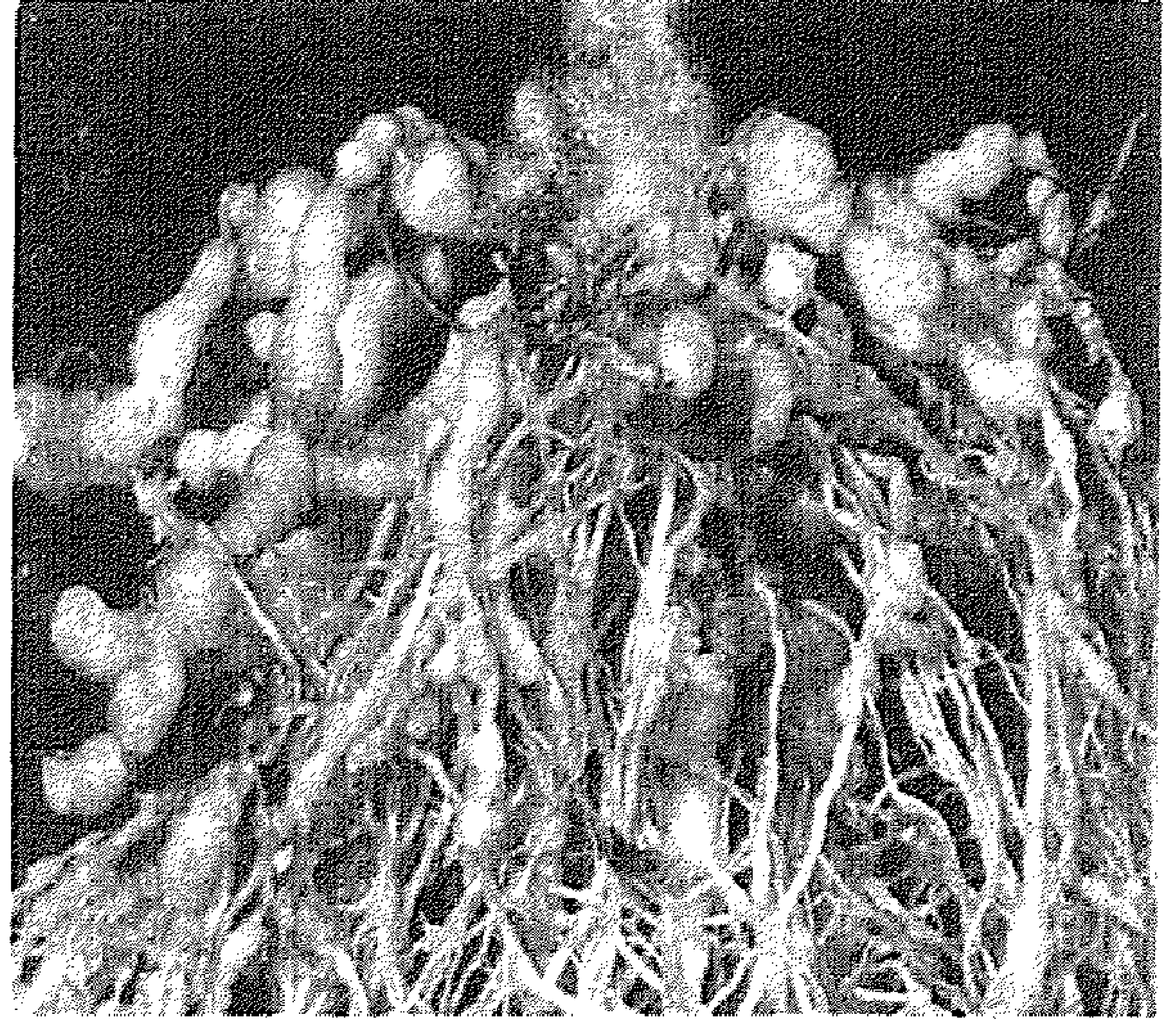
أما على المجموع الجذري، فتتميز الأعراض بوجود عقد جذرية root galls على الجذور المصابة (شكل 5). لكن يجب الحذر وعدم التسرع في تشخيص الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور بالاعتماد فقط على وجود مثل هذه العقد الجذرية، حيث أن هناك بعض الأحياء الأخرى في التربة (مثل بكتيريا العقد الجذرية التي تتبع الجنسين *Rhizobium*، و*Bradyrhizobium*) وأجناس أخرى من النيماتودا (مثل نيماتودا الجنس *Nacobbus*)، وحتى بعض الحشرات (كحشرة الفلوكسيرا) تسبب عقداً جذرية.



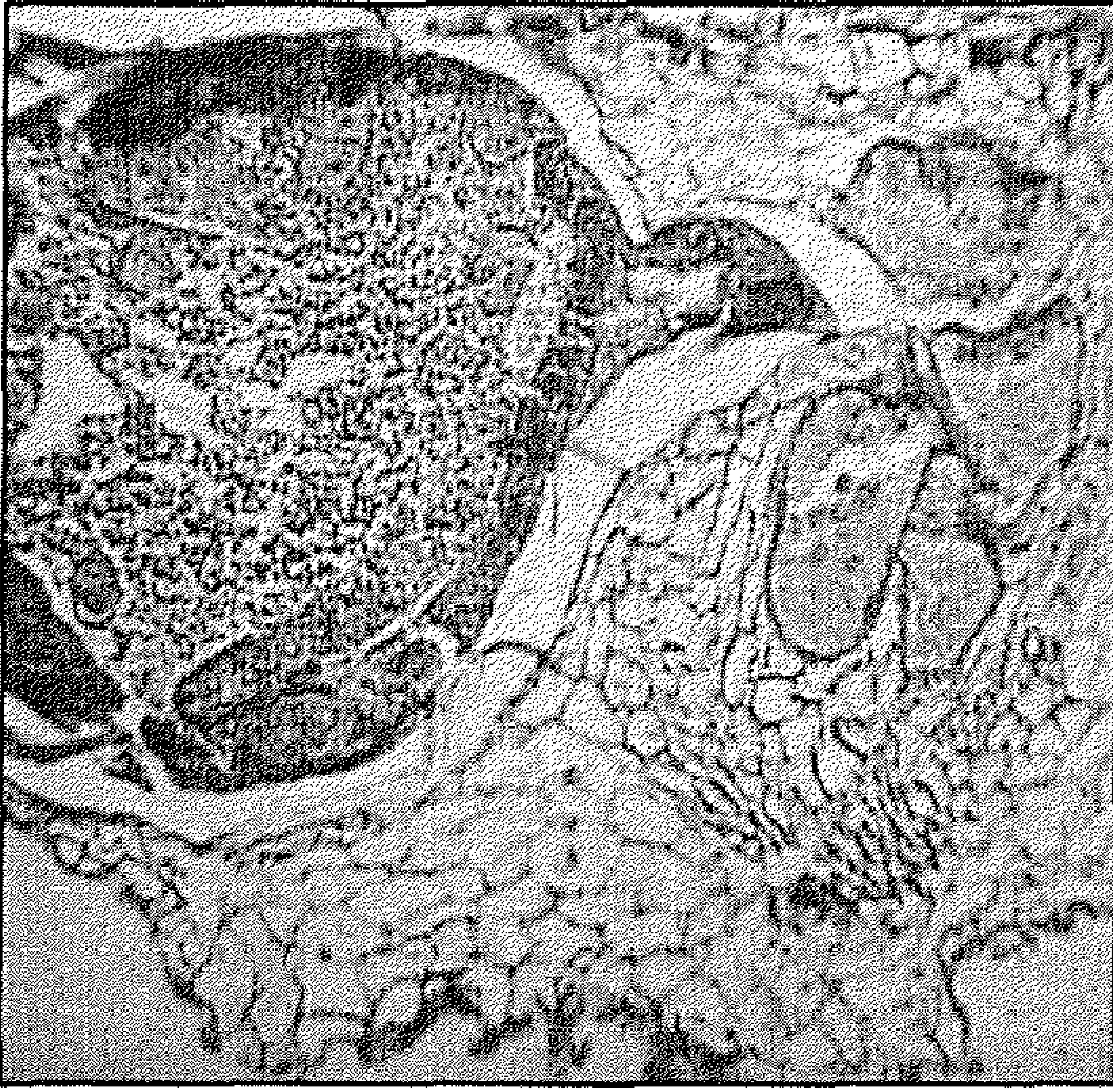
شكل **3**. يخترق الطور اليرقي الثاني (المعدي) لنيماتودا تعقد الجذور الجذر ليبدأ الإصابة.



شكل **4**. دورة حياة نيماتودا تعقد الجذور: (أ، ب) التطور الجنيني داخل البيضة. (ج) الطور اليرقي الثاني بعد الفقس. (د) الطور اليرقي الثاني (المتقدم). (هـ) الطور اليرقي الثالث. (و) الطور الرابع. (ز) الطور البالغ.



شكل 5. من أهم أعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور هو وجود عقد جذرية واضحة يمكن مشاهدتها بالعين المجردة.



شكل 6. الخلايا العملاقة في منطقة الاسطوانة الوعائية في الجذر حول رأس أنثى نيماتودا تعقد الجذور.

تتميز الأعراض التشريحية في الجذور المصابة بوجود بضع خلايا عملاقة giant cells في منطقة الاسطوانة الوعائية ونسيج القشرة حول رأس النيماتودا (شكل 6). وهي خلايا ضخمة سرطانية ذات أنوية متعددة كبيرة الحجم تعمل على إمداد النيماتودا بالغذاء (Taylor and Sasser, 1978).

ومن أهم التأثيرات (الأعراض) الفسيولوجية الانخفاض الكبير في كفاءة الجذر في امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة، وكذلك حدوث تغير في محتوى الخلايا المصابة من السكريات والأحماض الأمينية وبعض العناصر كالنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم وغيرها.

3. الدراسات العربية Studies in the Arab countries

3- 1. أهمية نيماتودا تعقد الجذور في البلاد العربية Economic importance

لا شك، تُعد نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp بأنواعها الشائعة من أهم أجناس النيماتودا المتطفلة على النباتات في المنطقة العربية، وربما تُعد هذه النيماتودا – وخاصة أنواعها الشائعة – هي الأوسع انتشاراً والأكثر أهمية في البلاد العربية. تنتشر الأنواع المختلفة من نيماتودا تعقد الجذور في جميع البلاد العربية على العديد من محاصيل الخضر والحقل، وأشجار الفاكهة والغابات، ونباتات الزينة والمسطحات الخضراء، وغيرها (جدول 1)، وخاصة في الترب الرملية. كما تُعد هذه النيماتودا الآفة الرئيسة على كثير من النباتات في الزراعات المحمية، وخاصة على محاصيل الخضر.

3- 2. الانتشار والتوزيع Occurrence and distribution

قامت الكثير من دراسات الحصر الحقلية (المسوحات) في العديد من الدول العربية بدراسة انتشار وتوزيع الأنواع المختلفة من نيماتودا تعقد الجذور وعوائلها المختلفة، سواءً كانت هذه المسوحات على محصول نباتي معين أو في مناطق زراعية كبيرة (مسوحات عامة) (جدول 1). وتتفق معظم هذه الدراسات الحصرية على أن نيماتودا تعقد الجذور منتشرة في حقولنا العربية بدرجة واسعة، وتُعد آفة رئيسة على كثير من محاصيلنا الزراعية، سواء على محاصيل الحبوب أو الحقل أو الخضر أو الفاكهة (جدول 1).

جدول **1**. الدراسات العربية لحصر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في الوطن العربي.

الدولة	مسح عام	حبوب ومحاصيل حقلية	محاصيل خضر	اشجار فاكهة	اخرى (زينة، حشائش...)
الأردن	1، 2، 3	4	5، 6	6، 7، 8	
السودان		9، 10			
السعودية	11، 12، 13، 14، 15				
سورية	16	17	18		
العراق	19، 20، 21	22	23	24	
عُمان	25	26			
لبنان	27				
ليبيا	28، 29، 30، 31		32، 33، 34، 35، 36، 37، 38	39، 40، 41، 42، 43، 44، 45، 46، 47	32، 48، 49
مصر	50، 51، 52	53، 54		55، 56	57، 58، 59
المغرب		60	61.		
اليمن	62؛ 63				
بقية الدول العربية	لم تتوفر لدينا معلومات بعد.				

الأرقام في هذا الجدول تشير إلى المراجع التالية:

1) Abu-Gharbieh, 1979؛ 2) Abu-Gharbieh, 1982a؛ 3) Hashim, 1979؛ 4) Abu-Gharbieh, 1987؛ 5) Abu-Gharbieh, 1994؛ 6) Youssef and Jacob, 1994؛ 7) Hashim, 1983a؛ 8) Hashim, 1983b؛ 9) Saadabi, 1988؛ 10) Yassin, 1987؛ 11) Al-Hazmi *et al.*, 1983؛ 12) Al-Hazmi *et al.*, 1995a؛ 13) Al-Yahya, 1998؛ 14) Al-Yahya, 1999؛ 15) Al-Yahya *et al.*, 1999؛ 16) Lamberti, 1984؛ 17) Al-Ahmed, 1987؛ 18) Greco *et al.*, 1984؛ 19) Al-Sabie and Ami, 1990؛ 20) Katcho, 1972؛ 21) Stephan, 1988؛ 22) Stephan, 1987؛ 23) Al-Saady and Stephan, 1986؛ 24) Stephan *et al.*,, 1985؛ 25) Kinawy *et al.*, 1987؛ 26) Al-Mani and Al-Hinai, 1996؛ 27) ابراهيم، 1994؛ 28) الدنقلي واخرون، 1986؛ 29) الفرجاني، 1988؛ 30) Dabaj and Jenser, 1987؛ 31) Pucci, 1968؛ 32) الحويطي، 1989؛ 33) Dabaj and Khan, 1981؛ 34) Dabaj and Khan, 1982a؛ 35) Edongali and Dabaj, 1982؛ 36) Faraj *et al.*, 1980؛ 37) Khan and Dabaj, 1980؛ 38) Khan and Siddiqui, 1986؛ 39) الدنقلي ودعباج، 1986؛ 40) Dabaj *et al.*, 1991؛ 41) El-Maleh, 1985؛ 42) Siddiqui, 1982؛ 43) Edongali, 1989؛ 44) Edongali and El-Majberi, 1988؛ 45) El-Maleh and Edongali, 1995؛ 46) Siddiqui and Khan, 1986a؛ 47) Siddiqui and Khan, 1986b؛ 48) الفرجاني واخرون، 1994؛ 49) Saadabi, 1993؛ 50) Ibrahim *et al.*, 2000؛ 51) Ibrahim *et al.*, 1986a؛ 52) Ibrahim *et al.*, 1986b؛ 53) Ibrahim *et al.*, 1988b؛ 54) Oteifa, 1987؛ 55) Tawfik *et al.*, 1983؛ 56) Youssef, 1998؛ 57) Ibrahim and Kandeel, 1986؛ 58) Ismail and Amin, 1997؛ 59) Ismail and Eissa, 1993؛ 60) Ammati, 1987؛ 61) Eddaoudi *et al.*, 1997؛ 62) Abu-Gharbieh, 1983؛ 63) Sikora, 1978.

3- 3. الأنواع والسلالات الفسيولوجية Species and races

تشير معظم الأبحاث والدراسات العربية إلى وجود أربعة أنواع على الأقل من نيماتودا تعقد الجذور في منطقتنا العربية. وتشمل هذه الأنواع كلاً من: *M. incognita*، و*M. javanica*، و*M. hapla* و*M. arenaria*، ولكن النوعين *M. incognita*، و *M. javanica* هما الأكثر شيوعاً في البلاد العربية (جدول 2). كما أن هناك وجوداً، وإن كان محصوراً، لبعض الأنواع الأخرى، فمثلاً يوجد النوع *M. artiellia* في سوريا (Ahmed, 1987)، كما توجد في ليبيا أيضاً الأنواع *M. nassi*، *M. graminae*، *M. graminicola*، *M. thamesi* (الحويطي، 1989).

ونظراً لتنوع الظروف المناخية، ونظم الزراعة والري، في المناطق المختلفة من الوطن العربي، فإن هناك احتمالاً كبيراً لوجود تنوع داخل النوع الواحد للنيماتودا. وهناك عدد – وإن كان قليلاً– من الدراسات العربية التي تشير إلى وجود سلالات في الوطن العربي من النوع *M. incognita*، ومن النوع *M. arenaria* (جدول 2). ويوضح الجدول رقم (2) الأنواع الأربعة – الأكثر شيوعاً – لنيماتودا تعقد الجذور والسلالات المختلفة منها في الدول العربية.

3- 4. المدى العوائلي Host range

أجريت عدد من الدراسات على المدى العوائلي لأنواع معينة من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. وتشير معظم هذه الدراسات إلى وجود العديد من النباتات المزروعة أو البرية التي تشكل عوائل مناسبة لكل من الأنواع *M. javanica*، و *M. incognita*، و*M. arenaria*، وغيرها من الأنواع الأخرى (أبوغربية والعزة، 2004). وتشمل هذه العوائل كافة مجموعات محاصيل الحقل والخضر، وأشجار الفاكهة والغابات، ونباتات الزينة والمسطحات الخضراء، والحشائش. وربما لا يوجد الآن أي نبات اقتصادي مزروع في المنطقة العربية ينجو من الإصابة بنوع أو أكثر من أنواع نيماتودا تعقد الجذور. كما تم إجراء عدد من الدراسات لتحديد حساسية الأصناف المختلفة من النباتات للإصابة

بالأنواع الشائعة من نيماتودا تعقد الجذور (جدول 3) وذلك للاستفادة من تلك الدراسات في مجال مكافحة النيماتودا.

جدول **2**. توزيع الأنواع الأربعة (الأكثر شيوعاً في العالم) من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. وسلالاتها المختلفة في الوطن العربي.

الدولة	*M. incognita*					*M. arenaria*			*M. hapla*	*M. javanica*
	س1	س2	س3	س4	س؟	س1	س2	س؟		
الإمارات										+
الأردن	+	+			+		+	+		+
الجزائر					+			+		+
السودان					+			+		+
السعودية		+			+			+		+
سورية					+			+		+
العراق	+	+			+	+		+	+	+
عُمان					+					+
لبنان					+					
ليبيا	+	+			+			+	+	+
مصر	+	+	+		+			+	+	+
المغرب					+					+
اليمن					+			+		+
بقية الدول العربية	لم تتوفر لدينا معلومات بعد									

س = سلالة race، س؟ = النوع موجود لكن السلالة غير معروفة.

+ = النوع أو السلالة موجودة.

3- 5. دورة الحياة Life cycle

تمت دراسة دورة حياة ثلاثة أنواع، على الأقل، من نيماتودا تعقد الجذور، هي: النوع *M. incognita* (Al-Zarari *et al.*, 1983؛ Ibrahim and El-Saedy, 1987؛ Al-Yahya, 1997؛ Sellami and Zemmouri, 2001؛ Korayem, 2003؛ El-Nagdi and Hasabo, 2005؛ النظاري، 2007)، والنوع *M. javanica* (عمي وآخرون، 1989؛ Ibrahim *et al.*, 1981؛ Ibrahim and El-Saedy, 1987؛ Stephan *et al.*, 1988a؛ Al-Hazmi *et al.*, 1994)، وكذلك النوع *M. hapla* (Stephan, 1983a؛ Stephan, 1989)، وذلك على عدد من النباتات الاقتصادية.

وتتفق معظم هذه الدراسات على أن طول دورة حياة هذه النيماتودا، ومن ثم عدد الأجيال في الموسم، يعتمد على نوع النيماتودا والسلالة، ونوع العائل النباتي والصنف، والظروف البيئية خاصة درجة الحرارة. ففي دراسة في مصر مثلاً، أكملت كل من نيماتودا *M. incognita* race 1، *M. javanica*، *M. incognita* race 3 دورة حياتها على نباتات فول الصويا القابلة للإصابة في مدة 40، 45، 50 يوماً، على التوالي (Ibrahim & El-Saedy, 1987)، أما على نباتات فول الصويا المقاومة فقد أكملت نيماتودا *M. incognita* race 3 دورة حياتها في مدة أطول. وفي دراسة أخرى في السعودية (النظاري، 2007)، وجد أن *M. incognita* race 2 أكملت دورة حياتها على الفاصوليا الخضراء في مدة 24 يوماً تحت ظروف البيت المحمي (25°م). أما نيماتودا *M. javanica*، مثلاً، فقد أكملت دورة حياتها في 28 يوماً على صنف طماطم حساس (قابل للإصابة)، بينما على الصنف المقاوم لم تصل إلى طور الإناث البالغة مطلقاً (عمي وآخرون، 1989).

وتتفق معظم هذه الدراسات على أن دورة الحياة تتم على النحو الذي أشير إليه سابقاً (8- 2- 8 دورة الحياة) مع بعض الاختلافات البسيطة غير الجوهرية. كما أن سرعة (معدل) تطور النيماتودا على الصنف القابل للإصابة أسرع بكثير منها على الصنف المقاوم، كما أن قياسات الأطوار المختلفة في الصنف القابل للإصابة أكبر منها في الصنف المقاوم (عمي وآخرون، 1989).

3- 6. ديناميكية كثافة العشائر Population dynamics

لا شك بأن مستوى كثافة نيماتودا تعقد الجذور في التربة، كغيرها من نيماتودا النبات يتأثر بعدة عوامل إحيائية Biotic و غير إحيائية Abiotic تؤثر كثيراً في معدل تطور هذه النيماتودا وتكاثرها، وبالتالي مستوى كثافتها في التربة. ولعل من أهم هذه العوامل المؤثرة ما يلي:

3- 6- 1. الموسم ودرجة الحرارة Season and temperature

تُعد المنطقة العربية بيئة مناسبة لأهم أنواع نيماتودا تعقد الجذور، وذلك نظراً لتوفر المناخ المعتدل، وتوفر العوائل المناسبة خلال فصول السنة. وقد أشارت إحدى الدراسات في سوريا (سويدان وآخرون، 1994) إلى أن الظروف المعتدلة من الرطوبة والحرارة (15- 25°م) قد وفرت مناخاً مناسباً لنمو ونشاط نيماتودا تعقد الجذور *M. artiellia*، وقدرتها على إحداث الإصابة. كما شجع سقوط الأمطار المبكرة على نشاط وحيوية هذه النيماتودا، وكذلك تكشف الإصابة المبكرة. كما استغرقت دورة حياة النوع *M. incognita* 3- 4 أسابيع في الفصول الدافئة، وفترة أطول في الفصول الباردة (خير وآخرون، 2004).

كما وجد أن عشائر نيماتودا تعقد الجذور *M. hapla* المتأقلمة مع درجة حرارة 20 °م تنتج بيضاً أقل عند درجة حرارة 30°م، والعكس صحيح، فالعشائر المتأقلمة عند درجة حرارة 30°م لا تنتج بيضاً عند درجة حرارة 20°م (Stephan, 1989).

كما وجد أيضاً أن نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* تنشط في بلدان شمال أفريقيا العربية خلال الفصول المعتدلة الحرارة في الخريف والربيع، إلا أنها يمكن أن توجد خلال أشهر الصيف الحارة شرط توفر العوائل المناسبة كالطماطم والباذنجان (Dabaj *et al*., 1996). أما في الشتاء، خاصة عند انخفاض درجات الحرارة، فيقل وجودها ونشاطها في الحقل، لكنها تنتشر في الدفيئات أو الصوبات. وأشارت إحدى الدراسات (عمي والسبع، 1989) إلى أن كثافة الطور اليرقي (اليافع) الثاني (J_2) على الطماطم تصل ذروتها في العراق خلال شهر يوليو، وتصل ادنى معدلاتها في شهر يناير. وفي دراسة مصرية (Ismail, 1997) وجد أن نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* تصل أعلى معدل كثافة لها

على نبات *Annona squamusa* خلال شهري أبريل وأكتوبر عند درجة حرارة 24°م، إلا أنه في دراسة أخرى (Youssef and Abul-Eid, 1996) وجد أن نيماتودا تعقد الجذور يصل أعلى معدل كثافة لها على الموز خلال أشهر مايو وأغسطس وسبتمبر، وأن هناك علاقة موجبة بين ارتفاع درجات الحرارة (26– 30°م) وبين الكثافة العددية للنيماتودا.

3- 6- 2. قوام التربة Soil texture

وجد أن قوام التربة يؤثر على الكثافة العددية للنيماتودا، فقد وجد أن الكثافة العددية لنيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp على الطماطم ترتفع في التربة الخشنة (الرملية) وتنخفض في التربة الناعمة (الطينية) (عمي والسبع، 1989). كما وجد في دراسة أخرى (Al-Hazmi *et al.*, 1995c) أن معدل تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، والضرر الذي تسببه على البطاطس، يكون أعلى في التربة الرملية والرملية الخفيفة وأقل في التربة الطينية. كما أن شدة إصابة الباذنجان بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* تزداد في التربة الرملية عنها في التربة الطينية (Al-Hazmi, 1988). كما وجد أيضاً في تجربة في البيت المحمي (السبع وعمي، 1988) إن أعلى معدل لتكاثر نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* يكون أعلى في التربة الرملية المزيجية وأقل في التربة الطينية. كما أن لقوام التربة التأثير نفسه على النوع *M. incognita* (El-Sharif and El-Sharif, 1983) والنوع *M. hapla* (Stephan & Estey, 1982).

3- 6- 3. تأثير حموضة أو قلوية (pH) التربة

وجد أن درجة حموضة أو قلوية محلول التربة (pH) تؤثر على فقس بيض نيماتودا تعقد الجذور، وبالتالي معدل اختراق اليرقات (اليافعات) للجذور وتكاثر النيماتودا. فقد أشارت إحدى الدراسات (عمي والسبع، 1988) أنه عند درجة pH 3.5 وكذلك 10.5 لم يحدث فقس لبيض *M. javanica* مطلقاً، لكن حدث فقس في المحاليل التي تميل إلى القاعدية بدرجة أكثر من المحاليل الشديدة القلوية أو الحامضية. كما انخفض الفقس كلما ابتعدت الظروف عن الدرجة المثلى للفقس في الاتجاهين الحامضي والقاعدي.

3- 6- 4. تأثير الأحياء الأخرى Interaction with other disease causal agents

يؤثر الكثير من أحياء التربة (فطريات، بكتيريا، أحياء أخرى) على مستوى كثافة نيماتودا تعقد الجذور بالتربة، وذلك عن طريق التطفل، أو الافتراس، أو الإمراض...الخ. ويناقش الفصل الرابع والعشرون (المكافحة الإحيائية للنيماتودا) هذا الموضوع بالتفصيل.

3- 6- 5. حساسية الصنف للإصابة Susceptibility

أجريت العديد من الأبحاث لدراسة حساسية (القابلية النسبية للإصابة) أصناف العديد من النباتات الاقتصادية للإصابة بالأنواع والسلالات المختلفة من نيماتودا تعقد الجذور، وخاصة النوعان *M. incognita* و*M. javanica* (جدول 3). ومن المعلوم أن الصنف القابل للإصابة Susceptible host هو الذي يسمح بتكاثر النيماتودا عليه بدرجة كبيرة، وبالتالي زيادة كثافتها في التربة والجذور. والعكس من ذلك، فالصنف المقاوم Resistant host هو الذي لا يسمح بتكاثر النيماتودا عليه، وبالتالي يحصل انخفاض كبير في كثافتها في التربة. أما الصنف الحساس جداً للإصابة Sensitive host فهو الذي يتضرر كثيراً بإصابته ولو بأعداد قليلة من النيماتودا ويموت مبكراً، وبالتالي لا يعطي النيماتودا فرصة للتكاثر عليه، ومن ثم تنخفض كثافتها في التربة.

3- 7. التأثيرات المرضية التشريحية Histopathological effects

تؤدي الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور إلى تغيرات تشريحية مرضية في الجذور المصابة، مثل تكوين الخلايا العملاقة Giant cells ذات الأنوية المتعددة المتضخمة، والجدر المتغلظة، والسيتوبلازم الكثيف الحبيبي، كما تؤدي الإصابة إلى التطور الضعيف لأنسجة الخشب. ينتج عن ذلك اضطراب في انتقال الماء والعناصر الغذائية، وتكسر في طبقة البشرة الداخلية، وفجوات في القشرة.

جدول 3. الدراسات العربية في مجال حساسية الأصناف النباتية للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في الوطن العربي.

نوع النيماتودا	العائل النباتي	البلد	المراجع
Meloidogyne incognita	موز	مصر	خير وآخرون 2004
	الفاصوليا الخضراء	السعودية	النظاري 2007
	نخيل التمر	مصر	Eissa *et al.*,1998
	تبغ	مصر	El-Nagdi & Hassabo 2005
	بطاطس	مصر	El-Sharif & Mostafa 1983
	قمح، وشعير	مصر	Ismail & Youssef, 1993
	شمام	الاردن	Naji & Abu-Gharbieh, 2004
	ابصال زينة	مصر	Montasser, 1995
	بطيخ	مصر	Shohla *et al.*, 1986
	اصناف قرعيات	مصر	Mahrous *et al.*, 1989
M. javanica	طماطم وباذنجان	ليبيا	دعباج وآخرون 1996
	طماطم	العراق	عمي وآخرون 1989
	بازلاء	مصر	Anter, 1989a
	بطاطس	السعودية	Al-Hazmi *et al.*, 1995b
	بطاطس	مصر	Anter, 1989b
	طماطم وبطاطس	ليبيا	Dabaj &Khan, 1982b
	شمام	الأردن	Naji & Abu-Gharbieh, 2004
	باذنجان/فلفل	الأردن	Abu-Gharbieh,1982b
	ذرة شامية/برسيم حجازي	السعودية	Al-Hazmi, 1988b
	طماطم	العراق	Kassim & Husain, 1987
	اصناف قرعيات	مصر	Mahrous, 1989
M. hapla	طماطم	العراق	Stephan, 1983a
***Meloidogyne* spp.**	طماطم	المغرب	Eddaoudi *et al.*, 1997
	طماطم	ليبيا	سليمان 2006
	قمح وشعير	مصر	Ibrahim *et al.*, 1988b
	نباتات من العائلة الخبازية	مصر	Ibrahim *et al.*, 1982a

تم إجراء عدد من الدراسات العربية التي تناولت التأثير التشريحي المرضي الناتج عن الإصابة بأنواع نيماتودا تعقد الجذور، خاصة النوعان *M. incognita* و*M. javanica*، وذلك على عدد من النباتات الاقتصادية (جدول 4). وتتفق هذه الدراسات على أن الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور تستحث النبات المصاب لتكوين خلايا عملاقة Giant cells على شكل مجموعات من ثلاث (3) إلى ست (6) خلايا عملاقة في منطقة القشرة، أو الاسطوانة الوعائية، أو كليهما، حول رأس النيماتودا. كما تتكون أيضاً خلايا أخرى شاذة صغيرة الحجم كثيرة العدد Hyperplasia، بالإضافة إلى خلايا أخرى كبيرة الحجم Hypertrophy.

وتتميز الخلايا العملاقة بكبر حجمها، وتعدد أنويتها وكبر حجمها، وتغلظ جدرها، وتكثف السيتوبلازم فيها، حيث تشكل هذه الخلايا مصدراً لتغذية النيماتودا عليها.

جدول **4**. الدراسات العربية التي تناولت التأثيرات التشريحية المرضية لنيماتودا تعقد الجذور.

نوع النيماتودا	العائل النباتي	البلد	المراجع
Meloidogyne incognita	نخيل التمر	مصر	Eissa *et al.*,1998
	فاصوليا الخضراء	السعودية	النظاري، 2007
	Egyptian henbane	مصر	Yossef & Mohammed, 1997
	تبغ	مصر	El-Nagdi & Hassabo 2005
	كاميليا	مصر	Ismail *et al.*, 2004
	فاصوليا المونج	مصر	Youssef, 2001
	كوسة	مصر	Youssef & Al-Nagdi, 2004
	توت	مصر	Youssef & Al-Nagdi, 2005
	محاصيل نجيلية	مصر	Youssef, 1979
M. javanica	قطن	مصر	Ibrahim *et al.*, 1981
	لوبيا	مصر	Taha & Kassab, 1979
***Meloidogyne* sp.**	موز	مصر	Eissa *et al.*,2003b

3- 8 . التأثيرات المرضية الكيميائية Chemical effects

تؤدي الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور إلى تغير في كيميائية النبات المصاب، حيث تتغير تركيزات العناصر الكيميائية، والأحماض الأمينية، والبروتينات، ومنظمات النمو، والمواد الفينولية (Rezk *et al.*, 1987) بالزيادة أو النقصان. فقد وجد أن إصابة الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* أدت إلى زيادة في تركيزات عناصر النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم (NPK) في أوراق الطماطم، وذلك عند مستوى العدوى 10، و100 طور يرقي/أصيص، لكن تركيز هذه العناصر انخفض عند مستوى العدوى 1000، و10000 طور يرقي/أصيص (عمي والزرري، 1985). وفي دراسة أخرى (Rezk and Fegla, 1986) وجد أن الأحماض الأمينية الحرة في أوراق وجذور الشمام الحلو تزداد في حالة إصابة النبات بكل من نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* وفيروس موزائيك الخيار CMV مجتمعين أو على انفراد، وذلك في المراحل الأولى من عمر النبات. إلا أنه في المراحل المتقدمة من عمر النبات تقل نسبة الأحماض الأمينية في الأوراق وتزداد في الجذور، وذلك في حالة الإصابة بالنيماتودا فقط أو بالنيماتودا والفيروس معاً. كما وُجد (Naser *et al.*, 1980) أنه عند إصابة اللوز المر وأصل الخوخ (صنف نيماقارد Nemagard) بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* يزداد تركيز عناصر البوتاسيوم والكالسيوم والمنجنيز والنحاس في الجذور والأوراق، بينما يزداد عنصر الفسفور في الأوراق، والنيتروجين في الجذور، كما يقل تركيز الحديد بصورة معنوية، ولم يلاحظ اختلاف في تركيز كل من الزنك والمغنيسيوم في أصل الخوخ نيماقارد. كما أشارت دراسة أخرى (Ibrahim *et al.*, 1982b) إلى أن الإصابة المشتركة بالنيماتودا *M. incognita* والفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* على القطن تؤدي إلى خفض تركيز كل من عنصر الحديد والبوتاسيوم والمغنيسيوم والزنك، ولكن تحدث زيادة في النيتروجين والكالسيوم. أما الإصابة بالنيماتودا فقط دون الفطر فتسبب زيادة في الزنك والنيتروجين، ونقصاً في الكالسيوم والحديد. وقد وجد في دراسة أخرى (Al-Rehiayani *et al.*, 2001) أن شدة إصابة الباذنجان بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* تزداد بإضافة كل من إندول حامض الخليك (IAA)، وحمض الجبريليك (GA)، حيث تزداد أعداد العقد الجذرية وأكياس

البيض على الجذور، بينما لم تغير إضافة حمض الأسكوربيك (AA) من قابلية نبات الباذنجان للإصابة.

3- 9. التداخل (التآثر) مع الأحياء الأخرى Interaction with other organisms

هناك فصل كامل في هذا الكتاب هو الفصل الثامن عشر يتناول بالتفصيل تداخل (تآثر) نيماتودا النبات – بما فيها نيماتودا تعقد الجذور – مع الأحياء الأخرى كالفطريات والبكتيريا والفيروسات والنيماتودا الأخرى. ولا شك هناك العديد من الدراسات العربية التي تناولت تداخل (تآثر) نيماتودا تعقد الجذور مع الفطريات (Ibrahim *et al.*, 1982؛ Al-Hazmi, 1985؛ El-Behadli *et al.*, 1991؛ El-Sharif and Wakil, 1991؛ Hassan *et al.*, 1991؛ Osman *et al.*, 1991؛ Stephan *et al.*, 1993؛ عبد الرحيم وآخرون، 1994؛ Stephan *et al.*, 1995؛ Awad *et al.*, 1997؛ Stephan *et al.*, 1998؛ Haggag and Amin, 2001؛ جبر وآخرون، 2002؛ Aboud *et al.*, 2002؛ Naji and Abu-Gharbieh, 2004؛ النظاري، 2007)، والبكتيريا (Ali *et al.*, 1981؛ El-Wakil and El-Sharif, 1983؛ El-Sharif and Wakil, 1991؛ Fakhouri *et al.*, 1996؛ الحكيم، 2001)، والفيروسات (Rezg and Fegla, 1986)، ومع أجناس نيماتودية أخرى (Khan and Haq, 1979؛ Taha and Kassab, 1979؛ Stephan, 1983b؛ Taha and Sultan, 1983؛ Ibrahim, 1987؛ Youssef and Aboul-Eid, 1996؛ Amin & Youssef, 1997؛ Youssef and Amin, 1997a؛ Haggag & Amin, 2001؛ Eissa *et al.*, 2003a؛ Ismail and El-Nagdi, 2003؛ Amin, 2005).

تشير معظم هذه الدراسات إلى أن هناك تداخلاً (تآثراً) تعاونياً Synergistic effect بين نيماتودا تعقد الجذور ومعظم هذه الأحياء ينتج عنه ضرر أكبر على النبات المصاب من مجموع الضررين كل على حدة ($1 + 1 > 2$).

3- 10. طرق المكافحة Management

يتناول الفصل التاسع جزءاً خاصاً عن مكافحة نيماتودا تعقد الجذور. كما يتناول الباب الخامس من هذا الكتاب بالتفصيل استراتيجيات وطرق مكافحة نيماتودا النبات بما فيها نيماتودا تعقد الجذور. ويمكن الرجوع إلى تلك الفصول لمعرفة الدراسات العربية عن مكافحة نيماتودا تعقد الجذور.

4. الخلاصة Conclusion

تُعد نيماتودا تعقد الجذور من أهم أجناس النيماتودا المتطفلة على النبات وأكثرها انتشاراً في المنطقة العربية، خاصة النوعين *M. incognita*، *M. javanica*. وربما تعد أيضاً الأكثر إضراراً، حيث تسبب خسائراً اقتصادية كبيرة على محاصيلنا العربية. لا شك حظيت هذه المجموعة من النيماتودا بنصيب كبير من الدراسات العربية النيماتودية، وتوفرت معلومات أساسية وتطبيقية مفيدة للمنطقة العربية. ورغم ذلك، ما زال هناك حاجة إلى الكثير من برامج الأبحاث والدراسات الموسعة والمكثفة غير التقليدية في جوانب متعددة ومختلفة، وخاصة في مجالات التعريف والتشخيص، وعلاقات هذه النيماتودا مع عوائلها المختلفة ومع الأحياء الأخرى. وكذلك، هناك حاجة ماسة إلى دراسة تأثيرات البيئة ونمط الزراعة، ودراسات حقلية في برامج المكافحة. وبصفة خاصة، ما زال هناك حاجة إلى مزيد من:

1- برامج التربية لإنتاج أصناف مقاومة من الكثير من النباتات الاقتصادية في منطقتنا العربية.
2- استخدام وتطبيق التقنيات الحديثة في تعريف الأنواع والسلالات، والدراسات البيولوجية والوراثية، وتقنيات المكافحة الحديثة.
3- ديناميكية العشائر، وتأثيرات الظروف البيئية على إحيائية النيماتودا.
4- الاستفادة من أبحاث وتطبيقات التقنية الإحيائية Biotechnology، وخاصة في مجال الأصناف المقاومة والمكافحة الإحيائية.

5. المراجـــع

الأخضر، معروف، احمد عبد المجيد سالم، بن سلطان سيد أحمد، بلخوجة مولاي، وشيباني عبد الوهاب. 2000. تأثير نيماتودا تعقد الجذور على نباتات البقوليات وخفضها لتثبيت النيتروجين الجوي على مستوى الجذور. المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات. عمان، الأردن، 22- 29 أكتوبر 2000.

إبراهيم، سعيد. 1994. حدوث النيماتودا في جنوبي لبنان. ملخصات المؤتمر العربي الخامس لوقاية النبات. فاس، المغرب، 27 نوفمبر- 2 ديسمبر 1994.

أبوغربية وطلبة العزة. 2004. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية 22: 1- 22.

الحازمي، أحمد بن سعد. 2009. مقدمة في نيماتولوجيا النبات. الطبعة الثانية. مطابع جامعة الملك سعود. الرياض. تحت الطبع.

الحكيم، أسماء منصور عبد الرسول حسون. 2001. تأثير التداخل بين نيماتودا تعقد الجذور وبكتيريا الرايزوبيا في نبات الفاصولياء. رسالة ماجستير، جامعة الموصل. العراق.

الحويطي، محمود كريم.1989. دراسة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. على بعض محاصيل الخضر والحشائش في عدة مناطق من الجبل الأخضر. رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس- ليبيا، 49 صفحة.

الدنقلي، الزروق أحمد، وخليفة حسين دعباج .1986. مسح أولي للنيماتودا المرضة المتلازمة مع أشجار النخيل بليبيا. ندوة النخيل الثانية. الأحساء، المملكة العربية السعودية.

الدنقلي، الزروق أحمد؛ خليفة حسين دعباج، وغزالة الفرجاني.1986. إضافة عوائل لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في ليبيا. المؤتمر العربي الثاني لعلوم وقاية النبات، 28- 31 مارس 1986 دمشق، سورية.

السبع، رياض وسليمان نائف عمي. 1988. دراسة تأثير نبات الطماطة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* في ترب مختلفة تحت ظروف البيت لزجاجي. مجلة زراعة الرافدين 20(2): 376- 378.

الفرجاني، غزالة محمد. 1988. دراسة نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp في بعض المناطق بالجماهيرية الليبية. رسالة ماجستير قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس. 78 صفحة.

الفرجاني، غزالة؛ خليفة دعباج، والزروق الدنقلي.1994. النيماتودا المرضة للنبات المصاحبة لبعض نباتات الزينة في الجماهيرية الليبية. ملخصات المؤتمر العربي الخامس لعلوم وقاية النبات. فاس، المغرب، 27 نوفمبر-2 ديسمبر1994.

النظاري، صالح نعمان. 2007. الخصائص الحياتية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على الفاصوليا الخضراء. رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض. 169 صفحة.

جبر، كامل سلمان، نجاة عدنان سعد، و عامر محمد بندر. 2002. حساسية الباذنجان للفطر *Rhizoctonia solani* لوحده أو مع ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* كمعقد مرضي. مجلة الزراعة العراقية، 7 (5): 18- 23.

خير، عباس، أمين وفدي أمين، حسن هندي، و مصطفى السيد مصطفى 2004. تأثير مستوى اللقاح على تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* وقابلية أربعة أصناف من الموز للإصابة تحت ظروف البيت المحمي. مجلة وقاية النبات العربية 22: 97- 102.

دعباج، خليفة حسين، نجاة علي الخلويلدي، تونس مفتاح محمد، والزروق أحمد الدنقلي.1996. تقويم حساسية بعض أصناف الطماطم/البندورة والباذنجان لنيماتودا تعقد الجذور*Meloidogyne javanica* تحت الظروف الحلقية في ليبيا. مجلة وقاية النبات العربية 14(1): 44- 46.

سليمان، إدريس عبد الرحيم. 2006. دراسة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. ومكافحتها بطرق مختلفة على صنفين من الطماطم في منطقة الكفرة. رسالة ماجستير، جامعة عمر المختار، كلية الزراعة، قسم وقاية النبات، 79 صفحة.

سويدان، ياسين، جودت فضول، و علي عبد المنعم. 1994. تأثير العوامل المناخية على حركة وتطور أعداد الديدان الخيطية (ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne artiellia* والديدان المتحوصلة *H. ciceri*. المؤتمر العربي الخامس لعلوم وقاية النبات، فأس، المغرب 27 نوفمبر - 2ديسمبر 1994. ملخص. ص 215.

عبد الرحيم، فرقد، هادي مهدي ومحمود مهيدي. 1994. تأثير ديدان العقد الجذرية وثلاثة أنواع من الفطريات على بادرات نخلة التمر. ملخصات المؤتمر العربي الخامس لعلوم وقاية النبات، فاس، المغرب، 27 نوفمبر-2 ديسمبر 1994.

عمّي، سليمان نائف و عبد الجواد بشير الزرري. 1985. تأثير الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على تركيز النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم في أوراق الطماطة الحساسة والمقاومة للإصابة. دراسات (العلوم البحتة والتطبيقية) المجلد الثاني والعشرون (ب) والعدد الخامس.

عمّي، سليمان نائف ورياض فالح السبع. 1988. دراسة تأثير درجة الحموضة على فقس بيوض نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*. مجلة زراعة الرافدين 20(3): 363 -370.

عمّي، سليمان نائف، رياض فالح السبع. 1989. دراسة الكثافة العددية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في حقول الطماطة في شمال العراق. مجلة زراعة الرافدين 21 (2):

عمّي، سليمان نائف، رياض فالح السبع و زهير إبراهيم فتوحي. 1989. دراسة دورة حياة تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* في جذور صنفين من الطماطة. مجلة الرافدين 21(4) 283- 291.

Aboud, H.M., S.A. Said and H.M. Saleh.2002. Role of *Meloidogyne javanica* in predisposing two date palm cultivars to infection by *Thielaviopsis paradoxa.* Pakistan Journal of Nematology, 20(1): 49-53.

Abu-Gharbieh, W.A. 1987. Plant parasitic nematodes associated with cereal and forage crops in Jordan. Pp. 160-168. In: Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava (Editors). ICARDA-135, Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Abu-Gharbieh, W.A. 1983. A report on plant parasitic nematodes in the Democratic Republic of Yemen. 23-30 May, 1983.

Abu-Gharbieh, W.A.1982a. Distribution of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* in Jordan. Nematologica, 28: 34-37.

Abu-Gharbieh, W.A. 1982b. Reaction of locally grown eggplant, hot and bell pepper cultivars to *Meloidogyne javanica.* Dirasat, Research Journal, University of Jordan, Agricultural Studies, Vol. IX (1): 205-206.

Abu-Gharbieh, W.A. 1979. The root knot nematode *Meloidogyne* spp. in Jordan. Progress Conference for International Meloidogyne Project. Region VII, Middle East Nov. 26-30. Athens, Greece.

Abu-Gharbieh, W.A.1977. Population dynamics and effect of *Meloidogyne incognita* on different plantings of tomato in the Central Jordan Valley. Nematologia mediterranea, 5: 227-232.

Al-Ahmed, M. 1987. The status of plant-parasitic nematodes in cereals and food and forage legumes in Syria. Pp. 93-98. In: Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava (Editors). ICARDA-135, Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Al-Hazmi, A.S.1988a. Infectivity of *Meloidogyne javanica* as influenced by soil texture. Journal of College of Agriculture, King Saud University, 1: 173-179.

Al-Hazmi, A.S. 1988b. Relative host suitability of corn and alfalfa cultivars to *Meloidogyne javanica.* Pakistan Journal of Nematology, 6: 101-105.

Al-Hazmi, A.S. 1987. Relationships between the initial population density of *Meloidogyne javanica* and growth of eggplants. Journal of College of Agriculture, King Saud University, 7 (2): 457-466.

Al-Hazmi, A.S.1985. Interaction of *Meloidogyne incognita* and *Macrophomina phaseolina* in a root-knot disease complex of French bean. Phytopathology and Zoology, 113: 311-316.

Al-Hazmi, A. S., F. A. Al-Yahya and A. T. Abdul-Razig. 1995a. Occurrence, distribution and plant associations of plant nematodes in Saudi Arabia. Research Bulletin No. (52), Agriculture Research Center, King Saud University. 45 pp.

Al-Hazmi, A.S., A.A. M. Ibrahim and A.T. Abdul-Razig. 1995b. Host suitability of some potato cultivars to *Meloidogyne javanica.* Journal of King Saud University. Agricultural Science, (1): 103-107.

Al-Hazmi, A. S.; A.A.M. Ibrahim and A.T. Abdul-Razig. 1995c. Interacting effects of soil texture and inoculum levels on reproduction and pathogenicity of *Meloidogyne javanica* on potato. Alexandria Journal of Agricultural Research, 40 (1): 359-369.

Al-Hazmi, A. S., M. A. El-Saedy and T. Abdul-Razik. 1994. Effects of treated municipal waste water on *Meloidogyne javanica* egg hatch and penetration. Nematologia Mediterranea, 22: 145-149.

Al-Hazmi, A. S., Z. M. Abul-Hayja and I. Y. Trabulsi. 1983. Plant parasitic nematodes in al-Kharj region of Saudi Arabia. Nematologia mediterranea, 11: 209-212.

Ali, M. A. I. Y. Trabulsi and M. E. Abd-Elsamea.1981. Antagonistic interaction between *Meloidogyne incognita* and *Rhizobium leguminasarum* on cow pea. Plant Disease 65: 4321- 43.

Al-Rehiayani, S. M. ; M.M. Belal, and A. A. Farhat. 2001. Influence of indole acetic acid , giberellic acid, and ascorbic acid on the infectivity and reproduction of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* infecting eggplant, *Solanum melongena.* Egyptian Journal of Agronematology. 5 (1/2): 25-36.

Al-Saaedy, H. A. and Z. A. Stephan. 1986. Root knot nematodes on eggplant in Iraq. Nematologia mediterranea, 14: 283-284.

Al-Sabie, R. F., and S. N. Ami. 1990. Identification of races of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. in northern Iraq. Arab Journal of Plant Protection, 8:83-87.

Al-Yahya, F. A. A. 1999. Plant nematodes associated with crop plants in Unayzah Governorate, Central of Saudi Arabia. Journal of King Saud University, Agriculture Science, 11: 59-69.

Al-Yahya, F. A. A. 1998. The most prevalent and damaging plant parasitic nematodes in the Kingdom of Saudi Arabia during the last 40 years

(1957-1997): Evaluation study. Alexandria Science Exchange, 19: 67-92.

Al-Yahya, F. A. 1997. Development of Meloidogyne *incognita* on *Phaseolus vulgaris* and *Nicotiana tabacum* grown in nutrient solution. Alexandria Science Exchange, 18(4): 491-503.

Al-Yahya, F. A., A. S. Al-Hazmi and A. T. Abdul- Razig. 1999. Plant nematodes associated with non-crop plants in Onyzah, Central Province of Saudi Arabia. Arab Journal of Plant Protection, 17: 77-83

Al-Zarari, A. J., A.G. El-Sharif and H.Y. Mohammad. 1983. Pathogenicity and development of *Meloidogyne incognita* on sugar beet in Iraq. First Hort. Conf. Agric. Bot. So. 27-28 April 1983. pp. 302-307.

Amin, W. A. 2005. Nematicidal activity of some essential oils of plants of families Apiaceae and Lamiaceae on *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* infecting cowpea. Pakistan Journal of Nematology, 23 (2): 339-347.

Amin, W. A. and M.M.A. Youssef.1997. Effect of organic amendments on the parasitism of *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis* and growth of sunflower. Pakistan Journal of Nematology, 16 (1): 63-70.

Ammati, M. 1987. Nematode status on food legumes and cereals in Morocco. Pp. 169-172. In: Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. M.C. Saxena, R. A. Sikora and J. P. Srivastava (Editors). Proceeding of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Anter, E. A. M. 1989a. Response of some biological activities of *Meloidogyne javanica* on certain varieties of pea, *Pisum sativum* L. Assiut Journal of Agriculture Sciences, 20: 303-311.

Anter, E. A. M. 1989b. Susceptibility of certain cultivars of potato (*Solanum tuberosum*) to the infection with *Meloidogyne javanica.* Assiut Journal of Agriculture Science, 20: 295-300.

Awad, N. G. H.; A. M. E. El-Toony; M. F. I. Tadrous and M. A. I. Khalil. 1997. Efficacy of root exudates and extracts of tomato, garlic and onion on *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* and *Meloidogyne incognita.* Arab University Journal of Agriculture Science, Ain Shams University. Cairo, 5 (1) 105-120.

Dabaj, K. H. and G. Jenser. 1987. List of plants infected by root knot nematodes in Libya. International Nematology Network Newsletter, 4: 28-33.

Dabaj, K. H. and M. W. Khan.1982a. Root-knot nematodes on indoor cucumber in Tripoli region of Libyan Jamahiriya. Plant Disease 66: 819-820

Dabaj, K. H. and M. W. Khan.1982b. Resistance of some cultivars of tomato and potato to *Meloidogyne javanica.* Libyan Journal of Agriculture, 11: 109-114.

Dabaj, K. H. and M. W. Khan.1981. Incidence of root-knot disease on tomato and potato and identity of the causal species in the western region of the Libyan Jamahiriya. Libyan Journal of Agriculture, 10: 103-109.

Dabaj, K. H., G. Jenser, and J. Lehoczky. 1991. Investigation on population density of *Meloidogyne hapla* Chitwood on grape vine (*Vitis vinifera* and *Vitis vinifera* X Seyve-villard hybrids). Acta Agronomica, 40 (3-4): 355-358.

Dabaj, K.H., N.A. Khweildi, T.M. Mohammad and E.A. Edongali. 1996. Evaluation of the sensitivity of some tomato and eggplant cultivars to root-knot nematode *Meloidogyne javanica* under Libyan field conditions. Arab Journal of Plant Protection, 14: 44-46.

Eddaoudi, M., M. Ammati and A. Rammah. 1997. Identification of the resistance breaking populations of *Meloidogyne* on tomatoes in Morocco and their effect on new sources of resistance. Fundamental of Applied Nematology, 20 (3): 285-289.

Edongali, E. A. 1989. Plant parasitic nematodes associated with olive trees in Libya. International Nematology Network Newsletter, 6: 36-37.

Edongali, E. A. and S. H. El-Majberi. 1988. Plant parasitic nematodes associated with citrus plantations in Libya. Pakistan Journal of Nematology, 6: 23-24.

Edongali, E. A. and K. H. Dabaj.1982. Preliminary survey of nematodes associated with vegetable crops in Libya. Libyan Journal of Agriculture, 11:201-204.

Eissa, M. F. M., A. Y. El-Gindi, M. M Abd-Elgawad, A. E. Ismail and W. A. El-Nagdi. 2003a. Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Helicotylenchus dihystera* on banana cv.Williams with reference to host ages. Bull. NRC, Egypt, 28(3):347-357.

Eissa, M. F. M., A. Y. El-Gindi, M.M Abd-Elgawad, A. E. Ismail and W. A. El-Nagdi. 2003b. Histopathological changes induced by

either root-knot or spiral nematodes on banana roots. Bull. NRC, Egypt, 28 (4): 461-472.

Eissa, M. F. M.; M. A. El-Sherief; M. M. Abdel-Gawad; A. E. Ismaail and W. M. A. El-Nagdi. 1998. Histological response of susceptible and resistance date palm cultivars to *Meloidogyne incognita* infection. Pakistan Journal of Nematology, 16(2): 103-109.

El-Behadli, A., Z. A. Stephan, H. H. Al-Zahroon and B. G. Antoon. 1991. Effects of chemical control on the Fusarium-*Meloidogyne* disease complex of eggplant. Iraqi Journal of Agricultural Science, 22(1)

El-Maleh, A. A.1985. Plant parasitic Nematodes associated with deciduous fruit crops in eastern Libya. M.Sc. thesis. Plant Protection Department, Al-Fateh, Univ. Tripoli. 108pp.

El-Maleh, A. and Z. Edongali. 1995. Plant Parasitic nematodes associated with grape vine in Libya. Pakistan Journal of Nematology, 13: 77-81.

El-Nagdi, W. M. A. and S. A. Hassabo. 2005. Variability in reproduction and development of *Meloidogyne incognita* on some tobacco cultivars and cellular alterations of the infected plants. Pakistan Journal of Nematology, 23(2): 331-338.

El-Sharif, A. G. and M. A. El-Wakil. 1991. Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Agrobacterium tumefaciens* or *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* on tomato. Journal of Nematology, 23 (2): 239-242.

El-Sharif, A. G. and A. A. S. El-Sharif.1983. Combined effect of soil texture and aldicarb (Temik) on *Meloidogyne incognita* infecting broad-bean plant. Journal of Agricultural Science, Mansoura University, 8 (4): 952-957.

El-Sharif, A. G. and F. A. M. Mostafa. 1983. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* on potato plants. Journal of Agricultural Science, Mansoura Univ. 8(3): 499-501.

El-Wakil, M. A. and A. G. El-Sharif. 1983. Influence of Meloidogyne *incognita* on sunflower plant in soil infested with *Agrobacterium tumefaciens*. 4^{th}. Nat. Con. of Pests and Dis. of Veg. and Fruits in Egypt. Budapest, May 30- June 2, 1983.

Fakhouri, W. D.; H. Khlaif and W. I. Abu-Gharbieh. 1996. Interaction between *Meloidogyne javanica* and *Agrobacterium tumefaciens* on tomato plants. Pakistan Journal of Nematology, 14(1): 49.54.

Faraj, I. S., M. W. Khan, and K. H. Dabaj.1980. Root-knot disease of cabbage and lettuce from Tripoli province, a new record for Jamahiriya. Libyan Journal of Agriculture, 9:125-126.

Greco, N., M. DiVito, M. V. Reddy and M. C. Saxena. 1984. A preliminary report of survey of plant parasitic nematodes of leguminous crops in Syria. Nematologia mediterranea, 12: 87-93.

Haggag. W. M. and A. W. Amin.2001. Efficiency of *Trichoderma* species on control of Fusarium-rot, root-knot and reniform nematode disease complex on sunflower. Pakistan Journal of Biological Science, 4(3): 314-318.

Hartman, K. M. and J. N. Sasser. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. Pp. 69-77. In: K. R. Barker, C. C. Carter and J. N. Sasser, (eds.) An advanced treatise on *Meloidogyne* Vol. II Methodology. A Cooperative publication of the department of plant pathology and the United State agency for the International Development, North Carolina State University Graphic.

Hashim, Z. 1983a. Plant-parasitic nematodes associated with pomegranate (*Punica granatum* L.) in Jordan and an attempt to chemical control. Nematologia mediterranea, 11: 199-200.

Hashim, Z. 1983b. Plant-parasitic nematodes associated with olive in Jordan. Nematologia mediterranea, 11: 27-32.

Hashim, Z.1979. A preliminary report on the plant-parasitic nematodes in Jordan. Nematologia mediterranea, 7: 177-186.

Hassan, H. M.; A. M. khalfiAllah, I. K. A. Ibrahim and H. M. Badr. 1994. Free amino acids and oxidative enzymes in infested roots of tomato genotypes resistant and susceptible to *Meloidogyne incognita*. Nematologia mediterranea, 22: 179-183.

Hassan, H. M.; Z. A. Stephan; B. G. Anton and N. N. Askar. 1991. Disease complex in cucumber caused by *Meloidogyne javanica* and *Rhizoctonia solani*. Iraqi Journal of Agricultural Science, 22(2).

Ibrahim, I. K. A. 1987. Interaction between *Meloidogyne arenaria* and *M. incognita* on tobacco. Nematologia mediterranea, 15: 287-291.

Ibrahim, I. K. A. and M. A. El-Saedy. 1987. Development of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* in soybean roots. Nematologia mediterranea, 15: 47-50.

Ibrahim, I. K. A. and S. A. Kandeel. 1986. Resistance of five timber tree species to root knot nematodes. Alexandria Journal of Agricultural Research, 31: 291-295.

Ibrahim, I. K. A., Z. A. Handoo and A. A. El-Sherbiny. 2000. A survey of phytoparasitic nematodes on cultivated and non-cultivated plants in northern-west Egypt. Supplement to the Journal of Nematology, 32: 478-485.

Ibrahim, I. K. A., M. A. Rezk and A. A. Ibrahim. 1988a. Plant parasitic nematodes associated with gramineous plants in northern Egypt. Pakistan Journal of Nematology, 6: 31-37.

Ibrahim, I. K. A., M. A. Rezk and A. A. Ibrahim. 1988b. Resistance of barley and wheat cultivars to root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. Pakistan Journal of Nematology, 6:39-43.

Ibrahim, I. K. A., H. A. A. Khalil and M. M. Rezk. 1986a. Population dynamics of the root knot nematode *Meloidogyne javanica* in northern Egypt. Alexandria Journal of Agricultural Research, 31: 317-325.

Ibrahim, I. K. A., M. A. Rezk and H. A. A. Khalil. 1986b. Occurrence and host range of root knot nematodes *Meloidogyne* spp. in northern Egypt. Alexandria Journal of Agricultural Research, 31: 267-278.

Ibrahim, I. K. A., M. A. Rezk and H. A. A. Khalil. 1983. Resistance of some plant cultivars to root knot nematodes, *Meloidogyne* spp. Nematologia mediterranea, 11: 189-192.

Ibrahim, I. K. A., M. A. Rezk and H. A. A. Khalil. 1982a. Reaction of fifteen malvaceous plant cultivars to root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. Nematologia mediterranea, 10: 135-139.

Ibrahim, I. K. A., M. A. Rezk and H. A. A. Khalil. 1982b. Effects of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* on plant growth and mineral content of cotton, *Gossypium barbadense*. Nematologica, 27: 298-302.

Ibrahim, I. K. A., H. A. A. Khalil and M. A. Rezk. 1981. Development and pathogenesis of *Meloidogyne javanica* in cotton roots Nematologia mediterranea, 9: 29-32.

Ismail, A. E. 1997. Population dynamics of root-knot, spiral and stunt nematodes on *Annona squamosa* (Annonaceae) in relation to soil temperature. Pakistan Journal of Nematology, 15 (1 and 2): 39 - 44.

Ismail, A. E.; W. M. A. El-Nagdi. 2003. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood and *Rotylenchulus reniformis* Linford and Olivera on chamomile, *Matricaria chamomilla* L. Pakistan Journal of Nematology, 21(2): 115-120.

Ismail, A. E. and A. W. Amin. 1997. Plant parasitic nematodes associated with cacti and succulent plants in botanic gardens of Egypt. Pakistan Journal of Nematology, 15: 29-37.

Ismail, A. E. and M. F. M. Eissa. 1993. Plant parasitic nematodes associated with ornamental palms in three botanic gardens. Pakistan Journal of Nematology, 11: 53-59.

Ismail, A. E. and M. M. A. Youssef.1993. Reaction of barley and wheat cultivars to the infection of *Heterodera zeae* and *Meloidogyne incognita*. Afro-Asian Journal of Nematology, 3(1):17–21.

Ismail, A. E.; W. M. A. El-Nagdi, and M. Y. Yassin. 2004. Histopathology of chamomile infected with *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. Pakistan Journal of Nematology, 22(2): 143-149.

Jepson, S. B. 1987. Identification of root knot nematodes (*Meloidogyne* species). C.A.B. International, Department of Biology, University of Southampton, United Kingdom. 265 pp.

Karajeh, M. R.; W. I. Abu-Gharbieh and S. H. Masoud. 2005. First Report of the root-knot nematode *Meloidogyne arenaria* 2 from several vegetable crops in Jordan. Plant Disease 89 (2): 206.

Kassim, A. H. and S. I. Husain. 1987. Screening of some tomato cultivars for their resistance to *Meloidogyne javanica* under Iraqi conditions. International Nematology Network Newsletter, 4: 27-29.

Katcho, Z. A. 1972. First occurrence of certain root-knot nematode species in Iraq. Plant Disease Reporter, 56 (9): 824.

Khan, M. W. and Z. A. Siddiqui. 1986. Some comments on root-knot nematodes infecting vegetables in Libya. International Nematology Network Newsletter, 3: 18-20.

Khan, M. W. and K. H. Dabaj.1980. Some preliminary observations on root knot nematodes of vegetable crops in Tripoli region of Libya. Jamahiriya. Libyan Journal of Agriculture, 9:127-136.

Khan, M. W. and S. Haq.1979. Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Tylenchorhynchus brassicae* on Tomato. Libyan Journal of Agriculture. 8:181-186.

Kinawy, M. M., A.M. Hammouda, M.H. Hussien and F. Abdel-Muhsin. 1987. Potency of some nematicides for controlling nematodes and improving banana production in the southern region of Oman (Dhofar). Tropical Pest Management, 33: 119-121.

Korayem, A. M. 2003. Effect of some organic wastes on *Meloidogyne incognita* development and tomato tolerance to the nematode. Egyptian J. Phytopathol. 31(1-2): 119-127.

Lamberti, F. 1984. Nematode problems of the Mediterranean coastal strip in the Syrian Arab Republic. Nematologia mediterranea, 12: 53-64.

Lamberti, F. and C. E. Taylor, eds. 1979. Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species): Systematics, Biology and Control. Academic Press. London: UK.

Mahrous, M. E. 1988. Host suitability of colocynth *Citrullus colocynthis* and some cucurbit crops to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. International Nematology. Network Newsletter, 5: 4-5.

Mahrous, M. E., A. A. Salem and M. S. Soliman. 1989. Host suitability of certain cucurbit cultivars to the infection of two *Meloidogyne* species. Zagazig Journal of Agricultural Research, 16: 153-159.

Mani, A. and M. S. Al-Hinai. 1996. Plant-parasitic nematodes associated with alfalfa and fluctuations of *Pratylenchus jordanensis* population in the Sultanate of Oman. Fundamental of Applied Nematology, 20: 443-447

Montasser, S. A. 1995. Reaction of certain flower bulb plants to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita.* Pakistan Journal of Nematology, 13: 99-102.

Montasser, S. A., A. A. Al-Sayed and H. A. El-Sh. 1986. Susceptibility of fifteen tomato cultivars to the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Egyptian Journal of Phytopathology, 18: 149-152.

Naji, I. and W. Abu-Gharbieh. 2004. Effect of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* on resistance of muskmelon cultivars to fusarium wilt. Phytopathologia mediterranea, 43:360-368.

Nasr, I. A. I. K. A. Ibrahim, E. M. El-Azab and W. A. Hassan. 1980 . Effect of root-knot nematodes on the mineral, amino acid and carbohydrate concentrations of almond and peach rootstocks. Nematologica 26: 133-138.

Osman, H. A., A. M. Korayem, H. H. Ameen, and S. M. S. Badr-Eldin. 1991. Interaction of root knot nematode and mycorrhizal fungi on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.).

Oteifa, B. A. 1987. Nematode problems of winter season cereals and food legume crops in the Mediterranean region. Pp. 199-209. In: Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava (Editors).

ICARDA-135, Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Pucci, E.1968. List of Plant diseases recorded in Libya. FAO, Second Session of the Near East Plant Protection Commission. H20: LY/11.

Rezk, M. A. and G. I. Fegla. 1986. Patterns of amino acids and amides in sweet melon plants infected with cucumber mosaic virus and root-knot nematode, *Meloidogyne javanica.* Alexandria Journal of Agricultural Research, 31: 265-274.

Rezk, M. A., I. K. A. Ibrahim and A. A. M. Ibrahim. 1987. Effect of root-knot nematodes on the phenolic contents of barley and wheat. Nematologia mediterranea, 15: 259-263.

Saadabi, A. M.1993. Plant parasitic nematodes associated with some ornamental plants in Libya Pakistan Journal of Nematology. 11 (1):49-51.

Saadabi, A. M. 1988. Plant parasitic nematodes associated with sugar cane at Kenana sugar estate of Sudan. International Nematology Network Newsletter, 5: 28-30.

Sasser, J. N. 1989. Plant parasitic nematodes: The Farmer's Hidden Enemy. A Cooperative Publication of the Department of Plant Pathology and the Consortium for International Crop Production.115 pp.

Sasser, J. N. 1980. Root-knot nematodes: A global menace to crop production. Plant Disease 64:3641.

Sasser, J. N. and A. C. Triantaphylou.1977. Identification of *Meloidogyne* species and race. Journal of Nematology, 9(4):283 (Abstract).

Sellami, S. and H. Zemmouri. 2001. Effect of *Tagetes erecta* on the mortality, hatching and development of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 36 (3-4): 383-387.

Shohla, G. S., F. H. Abdel-Rahman and S. Masoud. 1986. Susceptibility of five watermelon *Citrullus vulgaris* cultivars to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita.* Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, 37: 509-515.

Siddiqui Z. A.1982. Plant parasitic nematodes in vineyards of Tripoli and Zawia region. Libyan Journal of Agriculture, 11:153-157.

Siddiqui, Z. A. and M. W. Khan. 1986a. Nematode problems of some fruit trees in Libya. International Nematology Network Newsletter, 3: 28.

Siddiqui, Z. A. and M. W. Khan. 1986b. A survey of nematodes associated with pomegranate in Libya and evaluation of some

systemic nematicides for their control. Pakistan Journal of Nematology, 4: 83-90.

Sikora, R. A. 1978. Status of root-Knot nematodes *Meloidogyne* spp. in the Yemen Arab Republic. Pp. 50-57 In: Proceedings of First IMP Research Plann. Conference on root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp Region VII. January 29 - February 2, 1978, Cairo Egypt, 85 pp.

Stephan Z. A.1989. Threshold temperatures, thermal acclimatation and the effect of temperature on the development of *Meloidogyne hapla* on tomato and potato. Journal of Agriculture. Water Resources and Research, 8(1): 43-53.

Stephan, Z. A. 1988. Newly reported hosts of root-knot nematodes in Iraq. International Nematology Network Newsletter, 5: 36-43.

Stephan, Z. A. 1987. Plant-parasitic nematodes on cereals and legumes in Iraq. Pp. 155-159. In: Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. M. C. Saxena, R. A. Sikora, and J. P. Srivastava (Editors). Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March, pp. 217.

Stephan Z. A. 1983a. Variation in development and infectivity among populations of *Meloidogyne hapla* on four tomato cultivars and other host plants. Nematologia mediterranea, 11: 125-131.

Stephan Z. A. 1983b. The effect of different densities of *Meloidogyne ardenensis* and of three populations of *M. hapla* on the growth of tomato at four soil temperatures. Nematologia mediterranea, 11: 93-100.

Stephan Z. A. and R. H. Estey. 1982. Effect of soil texture, moisture and temperature on the migration of *Meloidogyne hapla* larvae and their invasion of tomato roots. Phytoprotection 63:6-9.

Stephan Z. A., A. H. Alwan and B. G. Antoon. 1988. Effect of planting date on development of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*), plant production percentage of infection of tomato, eggplant and cucumber. ZANCO, 6(4): 59-68.

Stephan, Z. A., A. H. Alwan and B. G. Antone. 1985. Occurrence of plant parasitic nematodes in vineyard soil in Iraq. Nematologia mediterranea. 13:261-264.

Stephan Z. A.; M. S. Hassan; H. H. Al-Zahroon; B. G. Antoon and M.Sh. Georgess. 1998. Effect of root-knot nematodes-fusarium wilt disease complex on tomato roots and biological and chemical control. Iraqi Agriculture Journal, 1 (1): 71-80.

Stephan Z. A.; A. H. El-Behadli; H. H. Al-Zahroon; B. G. Antoon and M. Sh. Georgees.1995. Control of root-knot –wilt disease complex on tomato plants (Research Note). Dirasat, Agriculture Science, 23(1):13-16

Stephan Z. A.; M. S. Hassan; A. M. Yousif and B. G. Antoon.1993. Effect of interaction between *Meloidogyne javanica, Pythium aphanidermatum* and *Rhizobuim leguminosarum* on faba bean. Journal of Agriculture Science, 6 (1): 95-109.

Taha, A. H. Y. and S. A. Sultan. 1983. The cellular responses of grape roots to the invasion of one or both of the nematodes *Meloidogyne incognita* and *Tylenchulus semipenetrans*. Arab Journal of Plant Protection, 1: 85-89.

Taha, A. H. Y. and A. S. Kassab. 1979. The histopathological reactions of *Vigna sinensis* to separate and concomitant parasitism by *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis*. Journal of Nematology, 11 (2):117-123

Tawfik, A. E., F. W. Riad and S. EL-Eraki. 1983. Field spread of crown gall and root-knot nematode infection to peach rootstocks in Wady-el Molloke, Ismaelia. Agriculture Research Review, 61: 193-201.

Taylor, A. L. and J. N. Sasser.1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). North Carolina State University Graphics.

Yassin, A. M. 1987. The status of research on plant nematology in cereals and food and fodder legumes in the Sudan. Pp. 181-191. In: Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. M. C. Saxena, R. A. Sikora and J. P. Srivastava (Editors). Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Yousef, D. M. and J. J. S. Jacob. 1994. A nematode survey of vegetable crops and some orchards in the Ghor of Jordan. Nematologia mediterranea, 22: 11-15.

Yousef, G. M. 1979. Histological responses of four leguminous crops infected with *Meloidogyne incognita.* Journal of Nematology, 11: 395-400.

Youssef, M. M. A. 2001. Cellular alterations in mungbean roots following infection by *Meloidogyne incognita.* Pakistan Journal of Nematology, (1&2): 71-75.

Youssef, M. M. A. 1998. Population dynamics of plant parasitic nematodes associated with Mulberry in Egypt. Pakistan Journal of Nematology, 16: 95-102.

Youssef, M. M. A. and W. M. A. El-Nagdi. 2005. Cellular alterations in black mulberry roots following infection *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. Pakistan Journal of Nematology, 23(2): 297-203.

Youssef, M. M. A. and W. M. A. El-Nagdi. 2004. Cellular alterations of root-knot nematode *Meloidogyne incognita*-infected squash plant and intercropping sesame plant or sesame oil seed cake as control measures. Egyptian Journal of Phytopathology, 32: 77–85.

Youssef, M. M. A. and B. E. Mohammed.1997. Histopathological response of Egyptian henbane, *Hyoscyamus muticus* plant to *Meloidogyne incognita* infectivity. Zagazig Journal of Agricultural Research, 24 (4): 675-682.

Youssef, M. M. A. and A. W. Amin.1997. Interaction between *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis* on cowpea. Egyptian Journal of Agronematology, 1 (1):85-92.

Youssef, M. M. A and H. Z. Aboul-Eid.1996. Fluctuation of root-knot and spiral nematode populations on banana in relation to soil temperature. Afro-Asian Journal of Nematology, 6:67-69.

الفصل التاسع

نيماتودا تعقد الجذور: الأضرار والخسائر والمكافحة

Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.): Damage, Losses and Control

زهير عزيز اسطيفان [1] و وليد إبراهيم أبوغربية [2]

(1) الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة، بغداد، العراق.

(2) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

المحتويات

1. المقدمة	Introduction
2. التطفل والتغذية وأعراض الإصابة	Parasitism, feeding and symptoms
3. الأضرار والخسائر في البلدان العربية	Damage and losses in the Arab countries
4. مكافحة نيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية	RKN control in the Arab countries
5. الخلاصة	Conclusion
6. المراجع	References

1. المقدمــة

انتهى العالِم Sasser (1987) ، إلى أن نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. تعد واحدة من خمس من أكثر الآفات النباتية أهمية في العالم. كما أنها تدخل في علاقات معقدة مع مسببات الأمراض النباتية الأخرى (nematode- disease complexes). وقد كانت، وما تزال، موضوع بحث مستفيض من قبل العديد من الباحثين منذ عقود طويلة. إن تعدد أنواعها التي تجاوزت الثمانين (Eisenback,1997)، وانتشارها الواسع في أنحاء مختلفة من العالم، ومداها العوائلي الواسع والخسائر التي تسببها، جعلها تتبوأ المركز الأول ضمن مجموعة مسببات أمراض النبات النيماتودية.

ونظراً للأهمية الخاصة لهذه النيماتودا ، فقد تم إنشاء برنامج دولي خاص بهذه النيماتودا في العام 1976 شاركت فيه 76 دولة، بما فيها معظم الدول العربية، بقيادة الدكتور J. Sasser من جامعة ولاية كارولينا الشمالية، ودعم من الوكالة الأميركية للتنمية الدولية USAID. أُعطي هذا البرنامج اسم "المشروع الدولي لنيماتودا تعقد الجذور – International *Meloidogyne* Project (IMP)". تضمن البرنامج دراسة أنواع وسلالات وتوزيع وإحيائية ومكافحة نيماتودا تعقد الجذور على المستوى العالمي. انتهى المشروع عام 1993 محققاً نتائج كبيرة ومهمة استفاد منها المختصون في البلدان العربية فائدة كبيرة.

أثبتت المسوحات العلمية بأن أنواع نيماتودا تعقد الجذور، ووفقاً لمتطلباتها البيئية، تنتشر في جميع أنحاء العالم على الرغم من الظروف المناخية والجغرافية والطوبوغرافية المختلفة. إلاّ أن هناك أربعة أنواع تشكل 95 ٪ من مجموع حالات الإصابة، وتسبب أكبر ضرر اقتصادي للمحاصيل الزراعية، وهي الأنواع: *M. incognita* ، *M. javanica* ، *M. arenaria* و *M. hapla*) ؛ لقد تم تشخيص 80 نوعاً للجنس *Meloidogyne*، لكن ربما خمسة أنواع هي التي قد تسبب أكبر ضرر اقتصادي للمحاصيل الغذائية، وهي الأنواع *M. incognita* ، *M. javanica* ، *M. arenaria* ، *M. hapla* ، *M. naasi* (Taylor and Sasser, 1978 ؛ Sasser, 1979). كذلك، أثبتت الدراسات وجود اختلافات

في تطفل النوع الواحد على عوائل مختلفة، مما يؤكد وجود أكثر من سلالة لبعض الأنواع، مما يستدعي تحديد السلالة المعنية باستخدام الطرق المتاحة. وبالإضافة إلى ذلك، فهناك اختلافات شكلية وفسلجية ضمن الأنواع الأربعة التي ذكرت آنفاً (Netscher, 1978).

أوضحت الدراسات التي أجريت في الأقطار العربية تشخيص الأنواع التالية، تنازلياً حسب أهميتها ومدى انتشارها، وهي: *M. javanica* (57,25٪)، *M. incognita* (30,00٪)، *M. arenaria* (10,25٪)، *M. hapla* (1,75٪)، *M. naasi*)، *M. artiella* (0,50٪) (أبوغربية والعزة، 2004)، كما وجد النوعان *M. exigua*، *M. Africana* في حالات نادرة. وبصورة عامة، يعد النوعان الأولان أكثر الأنواع انتشاراً وأهمية بسبب الخسائر الاقتصادية التي يسببها بمحاصيل الخضر كالطماطم والباذنجان والخيار، والمحاصيل الحقلية كالتبغ والبنجر السكري والفول السوداني والقطن، وبعض أشجار الفاكهة كالموز والعنب (Ibrahim, 1985) .

وبالنظر للأهمية الكبيرة لإصابة نيماتودا تعقد الجذور بمفردها، أو متعاضدة مع المسببات المرضية الأخرى، وما تسببه من أضرار وخسائر اقتصادية كبيرة للمحاصيل الزراعية في الأقطار العربية، فقد نفذت العديد من البحوث حول مكافحة النيماتودا. ولكن، أجريت بحوث محدودة فقط حول الأضرار فيما حظيت بحوث تقدير الخسائر التي تسببها النيماتودا بأدنى الاهتمام من قبل الباحثين. ويوضح (جدول1) أعداد البحوث المنفذة حول أضرار النيماتودا ومكافحتها في البلدان العربية (أبو غربية والعزة، 2004).

جدول 1: توزيع البحوث المنفذة حول أضرار نيماتودا تعقد الجذور ومكافحتها في البلدان العربية.

البلد	البحوث المنفذة حول الأضرار		البحوث المنفذة حول المكافحة	
	عدد البحوث	٪	عدد البحوث	٪
مصر	23	43.47	141	49.35
العراق	13	24.57	68	23.80
السعودية	7	13.23	24	8.40
الأردن	5	9.45	27	9.45
الجزائر	2	3.78	6	2.10
ليبيا	0	–	6	2.10
المغرب	0	–	6	2.10
أخرى	3	5.67	7	2.45

المصدر: أبوغربية والعزة، 2004.

وبالرغم من أن (جدول 1) لا يمثل سوى جزء من واقع أو كامل الصورة الحالية للجهود البحثية حول أضرار النيماتودا ومكافحتها في البلدان العربية، إلا أن حوالي نصف البحوث العلمية المنفذة أجريت في مصر. وبالطبع فلا غرابة في ذلك، حيث كانت مصر الرائدة في بدء وتطور علم نيماتودا النبات في البلدان العربية منذ أوائل الخمسينات من القرن الماضي، وضمت أعداداً كبيرة نسبياً من المختصين والباحثين. يتلو مصر في ذلك العراق والسعودية والأردن التي اهتمت بدراسة أمراض النيماتودا في وقت مبكر بالمقارنة مع البلدان العربية الأخرى التي بدأت بتأهيل المختصين في مجال النيماتودا خلال العشر الى عشرين سنة الأخيرة.

2. التطفل والتغذية وأعراض الإصابة
Parasitism, feeding and symptoms

2- 1. التطفل والتغذية Parasitism and feeding

حيث أن نيماتودا تعقد الجذور، كغيرها من أنواع نيماتودا النبات، إجبارية التطفل على النبات، فان تكاثرها لا يتم إلا بعد مهاجمة يرقات الطور الثاني(J2) جذور العائل النباتي واستقرارها داخل الجذر مكونة خلايا عملاقة في منطقة الأسطوانة الوعائية حول منطقة رأس النيماتودا ، وتعمل هذه الخلايا على إمداد النيماتودا بالغذاء لتكمل دورة حياتها. هذا وتضع الإناث الناضجة البيض الذي يفقس إلى يرقات الطور الثاني عند توفر الظروف المناسبة وهذه تهاجم جذور العائل النباتي مسببة تدهوراً في نمو هذا العائل، خاصة عند الإصابة الكثيفة بهذه النيماتودا. وتزداد الكثافة العددية للنيماتودا بسرعة، فقد وجد أن تلوثاً محدوداً للتربة في بداية موسم النمو قد يصبح عالياً جداً في وسط الموسم، ومسبباً ضرراً بالغاً للعائل النباتي كماً ونوعاً. وتكون زيادة الكثافة العددية لهذه النيماتودا بشكل لوغاريتمي ولعدة أجيال خلال موسم النمو الواحد. فالنباتات القابلة للإصابة بهذه النيماتودا تتميز بوجود أعداد كبيرة وأحجام مختلفة من العقد الجذرية قد تبلغ أقطارها 1سم أو أكثر. تضم العقد الكبيرة عدة إناث بينما تضم العقد الصغيرة أنثى واحدة (شكل1).

وتتواجد معظم أفراد النيماتودا على عمق 5- 30 سم من سطح التربة، خاصة في النباتات الحولية، لكن هذه الأعداد تقل تدريجياً لغاية عمق متر واحد تقريباً. لهذا فإن طرق انتشار هذه النيماتودا كثيرة عن طريق العمليات الزراعية كالمكننة/ الميكنة الزراعية، مياه السقي، النباتات والشتلات المصابة، وسواها.



شكل 1: جذر نبات بندوره/ طماطم يظهر عقداً جذرية ذات أحجام متفاوتة، تحتوي الصغيرة منها على أنثى واحدة بينما يزداد عدد الإناث في العقد الأكبر حجماً.
(تصوير وليد أبوغربية)

2- 2. أعراض الإصابة Symptoms

تتمثل أعراض الإصابة نيماتودا تعقد الجذور بتقزّم شديد في نمو النبات المصاب، وكذلك وجود عقد جذرية. في حالات الإصابة الشديدة يظهر على أجزاء النباتات فوق سطح التربة اصفرار وذبول خلال النهار، كما تزداد حساسيتها لمسببات أمراض النبات الأخرى، وخاصة أمراض الذبول. أما في حالات الإصابة المتوسطة، فقد تنمو النباتات دون ظهور الأعراض المذكورة آنفاً بشكل واضح، ولكن قد تتسبب الإصابة بفقد مؤثر كبير في معدل الإنتاجية. بينما تؤدي الإصابة الخفيفة إلى زيادة بسيطة في النمو والإنتاجية، وذلك بسبب إنتاج النبات أعداداً أكبر من الجذور كجزء من آلية الدفاع عن النفس. أما بالنسبة للأعراض التي تظهر على المجموع الجذري، فهي تتمثل بوجود عقد أو إنتفاخات على الجذور، تختلف أحجامها باختلاف نوع النيماتودا وصنف النبات العائل. وبالإضافة إلى ذلك، فقد تتضمن أعراض الإصابة صغر حجم المجموع الجذري، وندرة الجذور الثانوية

والشعرية، وتبقع واسوداد، وبالتالي تعفن المجموع الجذري. كما قد تحدث تشوهات في الثمار المنتجة تحت سطح التربة مثل البطاطس والجزر والبطاطا الحلوة.

أما من حيث الأعراض التشريحية، فإن العقد الجذرية تتكون أساساً نتيجة عاملين؛ أحدهما يتعلق بزيادة أعداد الخلايا المحيطة برأس أنثى النيماتودا Hyperplasia نتيجة لتراكم السيتوكايننز Cytokinins، والثانية زيادة أحجام الخلايا Hypertrophy مكونة "خلايا عملاقة" giant cells نتيجة تراكم الأوكسينات Oxins. تتغذى إناث النيماتودا على 4- 8 من الخلايا العملاقة التي تنشأ عن إفرازات النيماتودا، وتتسبب في كبر حجمها وتعدد أنويتها Polyploidy . تتشكل هذه الخلايا حول منطقة الأسطوانة الوعائية للجذر، وقد تنمو بداخلها مسببة تعطيل حركة الماء والمواد الغذائية.

2- 3. المدى العوائلي

أطلق اسم "نيماتودا تعقد الجذور"على هذه النيماتودا بسبب إحداثها عقداً أو إنتفاخات Knots أو Galls على جذور النباتات المصابة. ولسهولة تشخيصها من هذه الصفة، فقد تمت الإشارة إليها لأول مرة من قبل Berkeley عام 1855 على جذور نباتات الخيار المزروعة في أحد البيوت الزجاجية في انجلترا. وقد شكلت التقارير العلمية المنشورة من قبل Neal عام 1889، ثم Stone و Smith عام 1898 و Bessey عام 1911 أول دراسات علمية على هذه النيماتودا في الولايات المتحدة الأمريكية. في العام 1909، نشر Marcinowski قائمة تتضمن 235 نباتاً مصاباً بنيماتودا تعقد الجذور، بينما نشر Bessey في عام 1911 قائمة بـ 480 نباتاً مصاباً بهذه النيماتودا. وفي عام 1931 نشر المكتب الملكي البريطاني للزراعة الطفيلية قائمة بـ 569 نبات حساس للإصابة. وفي عام 1933 نشر Buhrer وآخرون، ثم Buhrer عام 1938 قائمة كلية تتضمن 1332 نباتاً حساساً للإصابة. وفي عام 1953 نشر قسم النيماتودا التابع للمركز الزراعي في الولايات المتحدة قائمة بـ 1865 نبات حساس للإصابة. كما أشار الحازمي (1992) بأن المدى العائلي لهذه النيماتودا لا يقل عن 2500 نبات تشمل جميع أنواع المحاصيل الاقتصادية المزروعة، وكذلك الكثير من الأشجار ونباتات الزينة والأعشاب.

أما في البلدان العربية، فقد أوضحت نتائج الدراسات، وما تضمنه المشروع الدولي (IMP)، الأهمية البالغة لنيماتودا تعقد الجذور، نظراً لما تسببه من خسائر اقتصادية كبيرة لمعظم المحاصيل الزراعية المهمة في هذه البلدان إضافة إلى مداها العوائلي الواسع. ففي مصر نشرت قائمة تحوي 115 نباتاً حساساً للإصابة (Ibrahim, 1985) ، وفي العراق 111 نباتاً عائلاً (Stephan, 1988b)، وفي الأردن أشار Mamluk *et al.* عام 1984 إلى إصابة نباتات 26 نباتاً من المحاصيل الزراعية الرئيسية بالنيماتودا *Meloidogyne*، منها 11 بالنوع *M. javanica* و 6 بالنوع *M. incognita*. وفي الجزائر أجرت Sellami *et al.* (1999) مسحاً لنيماتودا تعقد الجذور تبين من خلاله إصابة 55 نوعاً من المحاصيل. و أسفرت هذه الدراسة عن زيادة الأنواع المعروفة من النيماتودا المتطفلة نباتياً في السودان إلى 144 نوعاً(زيدان، 2009).

3. الأضرار والخسائر في البلدان العربية

3- 1. مدى الأضرار والخسائر

تتعرض جذور نباتات المحاصيل المختلفة النامية في الحقول المكشوفة والبيوت المحمية إلى عدد كبير من المسببات المرضية. وغالباً ما تكون النيماتودا واحدة من المسببات المرضية الأخرى الموجودة في المنطقة المحيطة بجذور النباتات، كالفطريات والبكتيريا والفايروسات. وهناك دلائل ثابتة بأن النيماتودا قد تكون المسبب الرئيسي لأحداث الإصابة الأولية لجذور العائل النباتي، مسببة تغييرات فسيولوجية تجعل النبات أكثر حساسية للإصابة بمسببات مرضية أخرى مما يلحق بالنبات أضراراً كبيرة في نموه وتخفيض إنتاجيته. وفي بعض الأحيان تؤدي إلى هلاك المحصول قبل انتهاء موسم النمو الطبيعي مسببة خسائر اقتصادية كبيرة (Abu-Elamayem *et al.*, 1985 ؛ Al-Hazmi,1985 b ؛ Ammati, 1987؛ Eissa, 1987؛ Abu-Blan, *et al.*, 1990 ؛ اسطيفان وآخرون، 1996، 2001، أنطون وآخرون 2006).

بشكل عام، يتفاوت مدى الضرر الذي تحدثه أنواع نيماتودا تعقد الجذور وفقاً للنوع، والسلالة، وحساسية العائل للإصابة، وأعداد النيماتودا، إضافة إلى مجموعة أخرى من العوامل البيئية والإحيائية السائدة. وفي دراسة قام بها Sasser (1987) تبين أن نسبة الخسائر التي تحدثها جميع أنواع النيماتودا المتطفلة على النباتات تقدر بحوالي 12,3 ٪ من المعدل العام للإنتاج العالمي من المحاصيل الزراعية الرئيسية. وبينما قدرت الخسائر من المحاصيل الحقلية الرئيسية من الحبوب والبقوليات بحوالي 10,7٪ ، كانت خسائر الإنتاج من الخضروات وأشجار الفاكهة حوالي 14,4٪. هذا وقد قدرت خسائر المحاصيل الرئيسية المترتبة عن الإصابة بنيماتودا النبات في البلدان المتقدمة بحوالي 8,8٪، مقارنة بحوالي 14.6٪ في بلدان العالم الثالث.

أما بالنسبة لنيماتودا تعقد الجذور بشكل خاص، فقد أفادت المعلومات المتوفرة من مشروع IMP العالمي بأن نيماتودا تعقد الجذور هي الأكثر أهمية بين أجناس النيماتودا المتطفلة على النباتات، وبأنها تسبب خسائر لا تقل عن 5 ٪ من الإنتاج العالمي السنوي للمحاصيل الزراعية الرئيسية.

إنّ الضرر يزداد في المناطق الدافئة والاستوائية وشبه الاستوائية، وذلك بسبب توفر درجات الحرارة المناسبة للنيماتودا على مدى طويل من العام، وطول الموسم الزراعي، والزراعة المتداخلة Intercropping . كل ذلك يزيد عدد دورات الحياة خلال الموسم الزراعي الواحد، وبالتالي يؤدي إلى زيادة كثافة النيماتودا إلى مستويات عالية في التربة. وبالمثل، تزداد أعداد وأضرار النيماتودا تحت ظروف الزراعة المحمية في البيوت الزجاجية والبلاستيكية لما توفره هذه البيوت من ظروف مواتية لنشاطات النيماتودا الحيوية.

3- 2. أضرار أنواع نيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية
Damage of RKN species in the Arab countries

فكما ذكرنا آنفاً، تنتشر نيماتودا تعقد الجذور انتشاراً واسعاً في الأقطار العربية، وتهاجم مدى واسعاً من المحاصيل الحقلية، الخضر، أشجار الفاكهة ونباتات الزينة

والأعشاب . تم تشخيص عدة أنواع للجنس *Meloidogyne* في أحد عشر قطراً عربياً (أبوغربية والعزة، 2004)، مرتبة حسب أهميتها في (جدول 2) .

جدول **2** : النسبة المئوية لأنواع الجنس *Meloidogyne* المعرفة للنوع المنتشرة في الأقطار العربية.

نوع النيماتودا	عدد العينات التي تم فحصها◆	النسبة المئوية للانتشار
Meloidogyne javanica	229	57.25
M. incognita	120	30.00
M. arenaria	41	10.25
M. hapla	7	1.75
M. artiella	2	0.50
M. naasi	1	0.25
المجموع	400	100.00

◆ تشير الأعداد المبينة في الجدول إلى عدد المرات التي ورد فيها ذكر أنواع نيماتودا تعقد الجذور في البحوث العلمية المنشورة.

وفيما يلي إشارة لأنواع نيماتودا تعقد الجذور والعوائل النباتية التي تصيبها، وما تناولته البحوث العلمية من دراسات تتعلق بأضرارها والخسائر المترتبة عنها.

(1) *M. javanica*

يعد من أهم الأنواع انتشاراً في البلدان العربية وبنسبة 57,25٪. تعاني المحاصيل التي تنتمي إلى العوائل النباتية: الباذنجانية، القثائية، الصليبية، البقولية، المركبة، الخيمية والزنبقية وغيرها من أضرار اقتصادية كبيرة؛ نتيجة إصابتها بهذا النوع. لقد أكدت التجارب الحقلية والمسوحات العلمية أهمية هذا النوع والأضرار الاقتصادية الذي يسببه، إذ بلغت نسبة الخسائر ما بين 50- 100٪ في كل من مصر، العراق، السعودية، ليبيا، الأردن، سوريا، المغرب، اليمن، السودان، سلطنة عُمان والأمارات والجزائر. (أبوغربية، 1963a, b ؛ Tayar, 1970؛ Yassin, 1987 ؛ اسطيفان وآخرون، 1977؛ Ammati, 1978 ؛

Al-؛ Stephan *et al.*, 1988b؛ Montasser *et al.*, 1986؛Ibrahim, *et al.*, 1982
.(Abu-Gharbieh and Karajeh, 2006 ؛Dabaj *et al.*, 1996 ؛ Hazmi *et al.*, 1993

يعد الفلفل منيع للإصابة بالنوع *M. javanica* (Sasser, 1987). إلاّ أنه تم تشخيص سلالة جديدة من هذا النوع استطاعت إصابة نباتات الفلفل بشدة في العراق أدى إلى هلاك نسبة عالية جداً من النباتات المزروعة في ذلك الحقل (Stephan, 1988a).

في وادي الأردن، أجريت دراسة حقلية (Younis, 1995) لتقدير الخسائر المترتبة عن إصابة محصولي الباذنجان والبامية في حقل موبوء طبيعياً بدرجات متفاوتة بالنيماتودا *M. javanica*. وأوضحت هذه الدراسة (1) وجود علاقة عكسية ما بين محصول الباذنجان الناتج وأعداد J2 في منتصف الموسم (أي بعد شهرين من الزراعة)؛ (2) كما ظهرت علاقة عكسية قوية بين إنتاج البامية والكثافة الأولية لليرقات عند الزراعة (Pi). وأخيراً، بينت النتائج وجود علاقة عكسية قوية بين المحصول الناتج من الباذنجان والبامية ودليل تعقد الجذور في منتصف الموسم. وبناءً على نتائج هذه الدراسة، فقد أصبح من الممكن توقع مقدار الخسارة في كمية المحصول في منطقة الدراسة، عند تحديد أعداد J2 و/أو دليل تعقد الجذور في الوقت المناسب.

***M. incognita* (2)**

يأتي هذا النوع في المرتبة الثانية من حيث الانتشار في الوطن العربي، وبنسبة 30,00٪، كما يسبب أضراراً جسيمة على مدى واسع من المحاصيل الزراعية المهمة كالطماطم والباذنجان والبقوليات والتبغ والبنجر السكري وقصب السكر والبطاطا وبعض أشجار الفاكهة. ولقد شُخص هذا النوع على المحاصيل الزراعية في معظم الأقطار العربية

Al-Hazmi *et al* ., ؛ Ibrahim *et al.*, 1982؛Abu-Gharbieh and Hammou, 1977)
؛ Kinawy *et al.*, 1987؛ Dabaj and Jenser, 1987؛ Al-Hamed, 1987؛1983
؛ Eddoudi *et al.*, 1997؛ Al-Yahya, 1997؛ Stephan, 1988b؛Yassin, 1987
.(Abu-Gharbieh and Karajeh, 2006

M. arenaria (3)

يعد النوع الثالث من حيث الانتشار، وبنسبة 10,25 ٪ . وبالرغم من أن نسبة انتشاره في الأقطار العربية محدودة، قياساً بالنوعين السابقين، إلا أن مدى الأضرار التي يسببها للعوائل النباتية التي يهاجمها كالطماطم، التبغ، الباذنجان، الجزر، الفاصوليا والخيار قد تكون مهمة اقتصادياً أيضاً. وقد شُخص هذا النوع في مصر، العراق، السعودية، الاردن، سوريا، اليمن، ليبيا والسودان (Katcho, 1972 ؛ Hashim,1979 ؛ Al-Saaedy and Stephan, 1986؛ Al-Hamed, 1987 ؛ Yassin, 1987 ؛ أبوغربية، 1994؛ Dabaj *et al*., 1996؛ Al- Yahya, 1997؛ Abu-Gharbieh and Karajeh, 2006). وبالنظر لعدم انتشارها مثل النوعين السابقين، لم تنفذ أي من البحوث من قبل الباحثين العرب لدراسة الأضرار التي يسببها هذا النوع على المحاصيل الحساسة للإصابة بهذه الآفة.

M. hapla (4)

على الرغم من أن هذا النوع ينتشر في المناطق الجغرافية المناخية الباردة، إلا أنه تم تشخيصه في كل من العراق، مصر، ليبيا، على نباتات الطماطم، الباذنجان، التبغ، قصب السكر والفلفل وبنسبة 1,75٪ (اسطيفان وآخرون،1977؛ Dabaj and Jenser, 1987 ؛ Stephan, 1988b؛ إبراهيم، 2002). إن نسبة انتشار هذا النوع في الوطن العربي منخفضة جدا لهذا لم تدرس الأضرار التي يسببها على العائل النباتي الذي يتطفل عليه.

M. naasi (5)

وقد شخص هذا النوع على محصول الشعير في ليبيا فقط وبنسبة 0.22٪ (Dabaj and Jenser, 1987). وهذا النوع معروف بمهاجمته المحاصيل الحقلية بصورة عامة كالحنطة/ القمح والشعير مسببه خسائر اقتصادية تقدر ما بين 17- 75٪ في أوروبا وولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة (Lamberti, 1979).

***M. artiella* (6)**

شخّص هذا النوع على محصولي الحمص والبازلاء في سوريا فقط، وبنسبة 0,25٪ (Greco *et al.*, 1984؛ Al-Hamed, 1987) لكن لم تعرف مدى أهميته الاقتصادية على هذين المحصولين ومداه العوائلي وانتشاره في بقية الأقطار العربية.

(7) الإصابة المشتركة بأكثر من نوع

أثبتت المسوحات أن أكثر من نوع من الجنس *Meloidogyne* قد تصيب جذور العائل النباتي الواحد، مما يزيد من نسبة ضرر المحصول وتدهوره. ففي العراق وجد على جذور نبات البطيخ (الرقي) الأنواع *M. javanica* ، *M. incognita* ، *M. arenaria* (Katcho, 1972). أما على جذور الطماطم، والباذنجان والتبغ فبالرغم من تشخيص الأنواع الثلاثة المذكورة أنفاً، لكن لم يشخص أكثر من نوعين في جذور النبات الواحد ونسبة تواجد النوعين *M. javanica* ، *M. incognita* كانت أكثر من النوع *M. arenaria* مع أي من النوعين الأوليين (اسطيفان وآخرون، 1977، Al-Saaedy and Stephan,1986). أما في مصر فقد وجد أن جذور نباتات فول الصويا مصابة بالنوعين *M. javanica* ، *M. incognita* (Ibrahim and El-Saedy, 1987) ، بينما وجد في جذور نباتات التبغ النوعين *M. arenaria* ، *M. incognita* (Ibrahim, 1987).

4. مكافحة نيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية

RKN control in the Arab countries

لا شك أن الهدف الأساسي لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور هو اقتصادي بالدرجة الأولى، وذلك بهدف زيادة إنتاج المحصول كماً وتحسين نوعيّته. والوسيلة لذلك هي خفض الكثافة العددية للنيماتودا أو إضعاف قدرتها على إصابة جذور العائل النباتي، وذلك باستخدام عدة طرق مثل: المكافحة الكيميائية، الدورات الزراعية، الأصناف المقاومة، التعقيم الشمسي، أو المكافحة الإحيائية. وبما أن الهدف الأساسي هو اقتصادي، فإنه يجب الأخذ

بعين الاعتبار جميع تكاليف المكافحة، ومن ضمنها الضرر الاقتصادي الذي تسببه النيماتودا للعائل النباتي لتكون المكافحة مجدية وفعالة وناجحة وذات جدوى اقتصادية.

أعتمد الباحثون العرب شتى طرائق المكافحة الوقائية والزراعية والإحيائية والفيزيائية والكيميائية. وقرروا اختيار طرق مكافحة نيماتودا تعقد الجذور المناسبة في ضوء نتائج الأبحاث العلمية، وبناءً على مواصفات عدة عوامل، منها نوع النيماتودا والنبات العائل وطبيعة العلاقة بينهما، وكذا القيمة الاقتصادية للنبات. تم استعراض نتائج 288 بحثاً ودراسة علمية عن مكافحة نيماتودا تعقد الجذور جرت في أحد عشر قطر عربي (جدول 3)، وبطبيعة الحال فإن هذه المعلومات تعبِّر فقط عن جزء من الصورة الكاملة للبحوث المنجزة في هذا المجال. نفذ الباحثون في مصر 144 بحثاً في مجال مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، 68 بحثاً في العراق ، و 27 بحثاً في الأردن و24 في السودان، ثم بقية الأقطار العربية. شملت البحوث طرائق وأساليب مختلفة من المكافحة منها: المكافحة الكيميائية، الإحيائية، استخدام المستخلصات النباتية، الأسمدة والمخلفات الحيوانية، الإدارة المتكاملة، الأصناف المقاومة، التعقيم الشمسي، المصائد النباتية، فطريات الميكورايزا، الإشعاع، الدورة الزراعية ... الخ. وفيما يلي إشارة الى أساليب وطرق المكافحة التي استخدمت لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور في البلدان العربية، علماً بأننا سنتناول البحوث و الدراسات المتعلقة بهذه الموضوعات بالتفصيل في الفصول المختلفة التي يتضمنها الباب الخامس من هذا الكتاب.

جدول 3: أعداد البحوث المنشورة عن طرائق مكافحة نيماتودا تعقد الجذور في 11 قطراً عربياً.

نوع المكافحة	عدد البحوث المنشورة	النسبة المئوية (٪)
الكيميائية	78	27.08
المستخلصات النباتية	58	20.14
الإحيائية	50	17.36
الأسمدة والمخلفات الحيوانية	27	9.37
التعقيم الشمسي	24	8.33
الإدارة المتكاملة	21	7.29
الأصناف المقاومة	20	6.94
المصائد النباتية	5	1.74
فطريات الميكورايزا	3	1.04
الإشعاع	2	0.69
الدورة الزراعية	1	0.35
مياه الصرف الصحي	1	0.35
المجموع	288	100.00

وفيما يلي إشارة لأنواع نيماتودا تعقد الجذور حول العوائل النباتية التي تصيبها، وما تناولته البحوث العلمية من دراسات تتعلق بأضرارها والخسائر المترتبة عنها. هذا مع العلم، بأننا سنتناول الموضوعات المتعلقة بمكافحة نيماتودا تعقد الجذور وسواها من النيماتودا المتطفلة على النباتات في البلدان العربية، بالتفصيل، في الباب الخامس من هذا الكتاب.

4- 1. المكافحة الكيميائية Chemical control

يقصد بالمكافحة الكيميائية للنيماتودا، استعمال مركبات كيميائية تعرف بالمبيدات النيماتودية Nematicides لمكافحة نيماتودا النبات، سواء الموجودة في التربة أو داخل أنسجة النبات. وتعد المكافحة الكيميائية من أنجع الطرق وأكثرها استعمالاً في العالم والأقطار العربية. وبلغ عدد البحوث المنشورة في مجال المكافحة الكيميائية من قبل الباحثين العرب 78 بحثاً، وبنسبة 27,08٪ من عدد بحوث المكافحة عموماً (جدول 3).

تقسم المبيدات النيماتودية حسب نشاطها الكيميائي والحيوي وفي سلوكها في التربة الى قسمين رئيسيين:

أ. المبيدات المدخنة Fumigant Nematicides :

نفذت العديد من الدراسات والبحوث في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور باستعمال المبيدات المدخنة والتي أعطت نتائج ايجابية واستعملت على نطاق تجاري واسع في العديد من الأقطار العربية. لكن هذه المبيدات توقف إنتاجها وسحبت من الأسواق العالمية والعربية لخطورتها على صحة الإنسان أو لأسباب بيئية. نفذت بحوث هذه المبيدات في كل من مصر، العراق، الاردن، المغرب، لبنان ، السودان وسوريا (Oteifa, *et al.*, 1959؛ أبوغربية 1963a,b؛ Tanveer,1968؛ Abu-Gharbieh and Hammou, 1972؛ Yassin, 1974؛ Mamluk and Faust, 1975؛ Natour *et al.*, 1975؛ اسطيفان وآخرون 1977؛ Ammati,1978؛ Khatoom, 1981).

ب. المبيدات غير المدخنة Non-Fumigant Nematicides :

تقسم المبيدات غير المدخنة إلى مجموعتين:

(1) المبيدات الفوسفورية العضوية **Organophosphates** : وتشمل الموكاب، نيماكيور، ميرال، نيمافوس. نفذت العديد من برامج المكافحة باستخدام هذا النوع من المبيدات في بعض الأقطار العربية كمصر، العراق، الأردن، السعودية، السودان وليبيا (Yassin, 1974؛ Kheir, *et al.*, 1981؛ Dabaj and Khan, 1982؛ El-Sherif, 1983؛ Stephan *et al.*, 1988b؛ Stephan *et al.*, 1989b,c؛ Abu-Elamayem, *et al.*, 1989؛ El-Kady, 1990؛ Aboul-Eid and Youssef, 1993؛ أبوغربية، 1994؛

Stephan, 1995؛اسطيفان وآخرون 1996؛ Badawi and Abu-Gharbieh, 2000؛
Farahat *et al*., 2001).

(2) المبيـدات الكرباماتيـة العـضوية Organocarbamates : وتـشمل الكـاربوفيوران (فيورادان) الالـديكارب (تيميك)، الأوكساميل (فايديت) وكلوثوكارب (لانس). نفـذت العديد من بحوث المكافحة باستعمال هذه المبيدات من قبل الباحثين العرب في العراق، مـصر، الأردن، الـسعودية والـسودان (Abdul Rahman and Eissa, 1974؛ Kheir *et al*., 1981 ; Yassin,1974؛ El-Sherif and El-Sherif, 1983؛ Al-Hazmi, 1985a؛ Ibrahim *et al*., 1987؛ 1988b؛ Stephan, *et al*.,1990, ؛ 1989b؛Rubeya, 1999؛ Korayem and El-Sisi, 1989 ؛ El-Behadli *et al*., 1991؛1992 Saleh, *et al*., ؛ محمد وآخرون، 1993؛Stephan, 1995 ؛ اسطيفان وآخرون 1996؛Mostafa, *et al*., 1997).

4- 2. الأصناف المقاومة Resistant varieties

تم تقيـيم كـثير مـن الأصـناف النباتيـة في الـدول العربيـة لمعرفـة مـدى مقاومتهـا لنيماتودا تعقد الجذور. ولقد ثبت نجاح كثير من الأصناف المقاومة في بعض الأقطار العربية وقد نشر عدد من البحوث العربية وقدرها 20 بحثاً، وبنسبة 6.94٪ (جدول 3).

قام عدد من الباحثين في مصر بإجراء بحوث مختلفة لاستنباط أصناف مقاومـة مـن الفلفـل، وفـول الـصويا، والطمـاطم، والحنطـة، والـشعير، والبطـيخ، واللوبيـا، والبطـاطس، والحمضيات وأشـجار الغابات (فهمي، 1933؛1988 Ibrahim *et al*., ؛ Anter, 1989؛ Hassan, 1990؛Hassan *et al*., 1994؛ Amin *et al*., 2003). وفي ليبيا أظهرت البحـوث وجود أصناف مقاومة مـن الطمـاطم، والبطـاطس والباذنجـان (Dabaj and Khan, 1982 ؛ Dabaj *et al*., 1996) أمـا في المغـرب، والعـراق، والجزائـر، والأردن والـسودان فقـد تـبين وجود أصـناف مـن الطمـاطم مقاومـة لبعض أنـواع نيمـاتودا تعقـد الجـذور (Yassin, 1978؛ قاسم، 1980؛Ammati *et al*.,1986؛ Kassim and Husain, 1987؛ Abu-Gharbieh and Al-Banna, 1993؛ Sellami and Eddoudi, 1991؛ Eddaoudi *et al*., 1997).

4- 3. الدورة الزراعية Crop rotation

للأسف، لم تنفذ سوى بحوث محدودة للغاية حول مكافحة نيماتودا النبات في الأقطار العربية . أحدها، فيما يخص نيماتودا تعقد الجذور، نفذ في اليمن (بن زغيو 2001) (جدول 3). كذلك، فقد أشار بن زغيو في دراسة أخرى(2004) ، إلى أنه كان لتعاقب المحاصيل أثر فعال في خفض أعداد النيماتودا عند اختيار محاصيل ليست عوائل مفضلة للنيماتودا. حيث وجد انخفاضاً في كثافة يافعات نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp بنسبة 91,5٪ في التربة بعد حصاد القمح، في حين انخفضت بعد زراعة الفجل، الذرة، أو التبوير لمدة خمسة أشهر الى 92,5، 75,5، 77,5 ٪، على التوالي.

4- 4. المكافحة الإحيائية Biological control

تعرف المكافحة الإحيائية باستخدام كائن حي في مكافحة كائن حي آخر. لقد تم إنتاج مختلف أنواع الفطور الإحيائية التابعة للجنس *Trichoderma* والفطر *Paecilomyces lilacinus*. ففي العراق تم إنتاج الفطر *Trichoderma harzianum* (تحدي) والفطر *Paecilomyces lilacinus* (صمود) تجارياً واستعملا على نطاق واسع منذ بداية التسعينات للقرن الماضي لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحمضيات وتداخلاتها مع فطريات التربة (جبر 1996 ؛ اسطيفان وآخرون 1996؛ سعد ،2001؛ اسطيفان وآخرون ، 2002b,2003؛ جبارة وآخرون 2003a, b ؛ أنطون وآخرون 2006). وقد وجد أن استعمال بعض المبيدات النيماتودية كالفيوراداان، والموكاب، أو المبيدات الفطرية كالبنليت والريدوميل ليس لها تأثير سلبي على حيوية ونشاط هذه الفطريات الإحيائية. وفي الأردن، تم إنتاج الفطر*Trichoderma harzianum* (Bicont) تجارياً أيضاً، واستعمل في مكافحة النيماتودا المتطفلة على النباتات (Rubeya, 1999).

وعلى ضوء هذه التجارب الناجحة، قام عدد من الباحثين العرب بعزل و/أو اختبار كفاءة عدد من الأعداء الطبيعية بغرض مكافحة النيماتودا وإحلالها محل المكافحة الكيميائية تدريجياً. بلغت البحوث العربية المنشورة في هذا المجال 50 بحثاً، وبنسبة 17.36٪ (جدول 3). تصدرت مصر في عدد البحوث المنشورة، حيث بلغت 22 بحثاً في مكافحة نيماتودا تعقد

الجذور على مختلف المحاصيل الاقتصادية، ثم العراق بـ 15 بحثاً، والسعودية تسعة (9) بحوث، والأردن أربعة (4) بحوث (Aboud and Fattah, 1989؛ Ali, 1990؛ Abu-Laban, 1991؛ Aboud *et al.*, 1992؛ Al-Hazmi *et al.*, 1993؛ Mostafa, 1993؛ Ibrahim, *et al.*, 1994؛ Mostafa, 1997, 1998؛ اسطيفان وآخرون 2003).

تم تشخيص الفطر *Trichoderma viride* وثلاثة عزلات من الفطر *T. pseudokoningi* والفطر *Acremonium butyric* التي أثبتت قدرتها التضادية العالية ضد نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* على جذور نباتات الطماطم والباذنجان في العراق (Aboud *et al.*, 1992؛ اسطيفان وآخرون، 2005). كما تم في الأردن عزل سبعة فطريات مضادة من كتل البيض و/ أو إناث نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* و *M. javanica* المنتشرة في الحقول الأردنية مثل *Aspergillus terres*؛ *Paecilomyces variotii*؛ *Fusarium oxysporum*؛ *Penicillium glamarum* (Hijaz,2003).

أما بالنسبة للبكتيريا، فتعد البكتيريا *Pasteuria penetrans* من أكفأ الأنواع البكتيرية مقدرة على مهاجمة النيماتودا المتطفلة على النبات. لقد شخص هذا النوع في العراق على نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحمضيات (Fattah *et al.*,1989). وفي الأردن أجريت دراسة مخبرية (Al-Banna and Khyami, 2004) لتقييم كفاءة عزلات أردنية وأخرى عالمية من البكتيريا *Bacillus thuringiensis* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp.*؛ *M. incognita*؛ *M. javanica*، وقد أوضحت النتائج تأثيراً واضحاً للبكتيريا في خفض فقس البيض وموت الطور اليرقي الثاني (J2) للنيماتودا.

وقد أظهرت فطريات الميكورايزا (مثل *Gigaspora*، *Glomus mossae*، *Glomus manihoti*، و *Glomus intrardieces*) تأثيراً ايجابياً على بادرات الطماطم والباذنجان الملوثة وغير الملوثة بنيماتودا تعقد الجذور والفطر رايزوكتونيا مقارنة بالنباتات السليمة. حيث يؤدي تعايش فطريات الميكورايزا الداخلية مع جذور العائل النباتي الى تحسين نمو النباتات الملقحة بالمرض الفطري بسبب زيادة امتصاص العناصر الغذائية وبخاصة عنصر الفسفور علاوة على تحصين النباتات من الإصابة بالمسببات المرضية (صالح والمومني، 1986؛ اسطيفان وآخرون، 1999 ، 2003).

وهنالك مركبات حديثة لوحظ أن لها تأثيراً مضاداً للنيماتودا كالمضاد الحيوي Avermectines. ولقد أثبتت التجارب الحقلية فعاليته المشجعة في خفض الكثافة العددية لنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* على الطماطم(اسطيفان وآخرون،2006) و *M. incognita* وعلى الموز (Youssef, *et al*., 2005).

4- 5. المستخلصات النباتية Plant extracts

بدأ استعمال المستخلصات النباتية منذ بداية الثمانينات من القرن العشرين في العالم وبعض الأقطار العربية كالعراق ومصر، ثم بقية الأقطار العربية. وقد أثبتت العديد من المستخلصات النباتية فعاليتها العالية في السيطرة على النيماتودا المتطفلة على النباتات وبدأت تطبق كإحدى الطرائق المستعملة لمكافحة هذه الآفة. بلغت عدد البحوث العربية المنشورة في هذا المجال 58 بحثاً، وبنسبة 20.14٪ (جدول 3)، الذي يبين أن الباحثين في مصر نفذوا 34 بحثاً باستعمال مختلف المستخلصات النباتية لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور على النوعين *M. javanica* , *M. incognita* باستعمال نباتات طبية، زيتية، زينة، أدغال، شاي مجفف، داتورة، ثوم مطحون، الصبير، السمسم وزيته، الجت والقرنابيط والفورفورال. وفي العراق 14 بحثاً وفي السعودية 6 بحوث، ثم في بقية الأقطار العربية (Husain, *et al*., 1984؛1991 ; Montasser *et al*., 1991؛1984 ; عمّي، 1993؛1994 ; Sellami and Mouffrah, 1994؛Al- Mani and Al-؛ Mostafa, 1997 ; Al-Sayed *et al*., 1996 ؛Rajhi *et al*., 1995 ؛Hinai, 1998؛ الحداد، 1999؛ الحمداني وآخرون 1999؛2000 Kheir *et al*., ; اسطيفان وآخرون، 2004، 2001، 2006؛ السبع وآخرون، 2001؛ Al-Banna *et al*., 2003؛ 2003 Zawam *et al*., 2003 ; El-Nagdi and Youssef, 2004b, 2003 ؛El- Hamawi, *et al*., 2004؛ El-Sherif *et al*., 2004 ; أنطون وآخرون ، 2006).

في العراق، على سبيل المثال، أكدت النتائج للتجارب الحقلية تحت ظروف البيت الزجاجي كفاءة مسحوق الجت في السيطرة على نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* على محصول الخيار(اسطيفان وآخرون، 2004).

4- 6. المصائد النباتية Trap plants

في الأقطار العربية، ما زالت البحوث في هذا المجال قليلة جداً ، حيث تم تنفيذ 5 بحوث فقط، بنسبة 1.74٪ (جدول 3). ففي مصر، زرعت نباتات البامية أو الباذنجان كمصيدة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* (El-Nagdi and Youssef, 2004a؛ Youssef and El-Nagdi, 2005) وفي الجزائر، استعمل نبات *Tagetes erecta* كمصيدة لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* لغرض زراعة محصول الطماطم (Sellami and Cheifa, 1997). كما استخدم في اليمن نبات الفجل *Raphanus sativus* كمصيدة للنيماتودا *Meloidogyne spp.* (بن زغيو 2004).

4- 7. الأسمدة والمخلفات الحيوانية Fertilizers and animal wastes

بلغ عدد البحوث العربية المنشورة في هذا المجال 27 بحثاً، وبنسبة 9.37٪ (جدول 3). ومعظم هذه البحوث وعددها 22 بحثاً، تم تنفيذها في مصر، كما تم تنفيذ ثلاثة بحوث في العراق، وبحثاً واحداً في كل من الأردن والسعودية لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور. لقد قللت مخلفات البقر، الغنم، الحمام والدواجن من عدد العقد الجذرية وكتل البيض للنوعين *M. javanica, M. incognita* على جذور نباتات البامية، الفاصوليا، الطماطم، الباذنجان، اللوبيا وزهرة الشمس (Montasser, 1991؛ Stephan *et al.*, 1989c؛ علي ويوسف، 1997؛ Ibrahim and Ibrahim, 2000؛ Korayem and Youssef, 2004) وزادت معنوياً الوزن الجذري والخضري. أما مخلفات الخيل فلقد أثبتت كفاءة أعلى وبفروق معنوية عن بقية المخلفات الحيوانية وبعض مبيدات النيماتودا في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M.javanica* على الباذنجان والطماطم (Stephan, 1995؛ اسطيفان وآخرون، 2002a).

أما بالنسبة إلى تأثير الأسمدة غير العضوية، فلقد أثبتت التجارب زيادة شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور على جذور التبغ والطماطم عند إضافة مستويات عالية من النيتروجين . لكن عند إضافة السوبر فوسفات، البوتاسيوم، الموليبدينوم أو الكبريت وحامض الكبريتيك قد ثبطت من إصابة نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، *M. incognita* لجذور نباتات الطماطم (Oteifa, 1953؛ Hattar *et al.*, 1988؛ Korayem

Al-Rehiayani, 2001؛and Amen, 1989 ؛ اسطيفان وآخرون، 2003) . كما ينتج عن إضافة الأسمدة الخضراء عند تحللها مركبات وسيطة كحامض البيوتريك الذي يعد أكثر سمية لنيماتودا النبات، لهذا نفذت بعض البحوث في هذا المجال لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور (Hassan, 1999؛Abadir, *et al.*, 1996).

4- 8. التعقيم الشمسي للتربة Soil solarization

تعد إحدى الطرائق التي نجحت كثيراً في معظم الأقطار العربية لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور، حيث الحرارة العالية خلال أشهر الصيف الطويل. لهذا نفذ الباحثون العرب 24 بحثاً وبنسبة 8.33٪ (جدول 3) وشملت هذه البحوث الأردن (10) بحوث، العراق (4) بحوث، ليبيا (3) والسعودية (2) ومصر (3) والجزائر (2) بحث.

وفي الأردن طبق التعقيم الشمسي في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور والمسببات المرضية الأخرى بنجاح كبير وبمساحات شاسعة منذ أكثر من 25 عاماً باستعمال مختلف أنواع الأغطية البلاستيكية (Abu-Blan *et al.*, 1990؛Abu-؛ Saleh *et al.*, 1990 Gharbieh, *et al.*, 1991؛ Said and Abu-Gharbieh, 1998). أما البحوث التي نفذت في العراق لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور باستعمال التعقيم الشمسي فكانت اغلبها في البيوت المحمية والمشاتل الصغيرة وما زالت تطبق بنجاح (علوان، 1981؛ Stephan *et al.*, 1988b, 1989c ؛ جبارة وآخرون،2003a). طبقت هذه الطريقة بنجاح أيضاً في كل من المغرب وليبيا (سلامي ولوبي 2000؛ دعباج وآخرون,2005)، والسعودية (الحازمي وآخرون ,2008) ومصر (Satour,2003) والجزائر (Sellami,1993). وبالرغم من كفاءة هذه الطريقة ونجاحها في الأقطار العربية المذكورة آنفاً في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور إلا أنها ما زالت محدودة الاستعمال. من هنا يتوجب على الجهات الرسمية وخاصة الإرشاد الزراعي أن تقوم بحملة توعية بالتعاون مع الجهات البحثية بنشر هذه الطريقة لمكافحة الآفات الزراعية في معظم الأقطار العربية.

4- 9. الإدارة المتكاملة Integrated nematode management

تكافح النيماتودا المتطفلة على النبات عادة بصورة أفضل باستخدام أكثر من طريقة من طرائق المكافحة بصورة متكاملة بدلاً من الاعتماد على طريقة واحدة. كما أن استعمال أصناف مقاومة بصورة مستمرة يؤدي إلى تكوين سلالات شديدة الضراوه في الحقل. إضافة إلى أن الإفراط في استعمال المبيدات قد يعجّل بتدمير الميكروبات المفيدة وهلاكها أو إيجاد سلالات من النيماتودا المقاومة للمبيدات. لهذا نفذت العديد من البحوث في الأقطار العربية في مجال الإدارة المتكاملة للنيماتودا بلغت 21 بحثاً، وبنسبة 7.29٪ (جدول 3). ففي مصر، نفذ 11 بحثاً في مجال الإدارة المتكاملة لنيماتودا تعقد الجذور (Youssef and El-Sherif ؛ Amin *et al*., 2002؛ Mostafa, 2000؛ Radwan, 1999 ؛Soliman, 1997 *et al*., 2003؛Radwan *et al*., 2004). وفي العراق نفذت خمسة بحوث (Stephan *et al*., 1989c ، 1988b ؛1989 ،Stephan ؛ عمّي، 1998)، وفي السعودية نفذت أربعة بحوث (Al-Hazmi, 1985a ؛Al-Hazmi, 1994 ؛Hafez *et al*., 1995 ؛) بينما نفذ بحث واحد في المغرب (Eddaoudi and Bourijate, 1997) .

5. الخلاصة

أكدت المسوحات العلمية انتشار نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp في معظم الأقطار العربية على مختلف أنواع المحاصيل الحقلية والخضر وأشجار الفاكهة والغابات ونباتات الزينة والأعشاب. تم تشخيص سبعة أنواع من نيماتودا تعقد الجذور، خاصة النوعان *M. javanica* و *M. incognita* ، بالإضافة إلى أكثر من سلالة للأنواع *M. incognita* و *M. arenaria*. نفذ الباحثون العرب 53 بحثاً حول أهمية نيماتودا تعقد الجذور والأضرار التي تلحقها بالمحاصيل الاقتصادية فيها. ولأهمية هذه النيماتودا نفذ 288 بحثاً لمكافحتها بإتباع طرائق عديدة، أهمها المكافحة الكيميائية، ثم استخدام المستخلصات النباتية، والمكافحة الإحيائية، والأسمدة والمخلفات الحيوانية، والأصناف المقاومة، والتعقيم الشمسي، والإدارة المتكاملة. وبنسب قليلة استعملت المصائد النباتية، وفطريات الميكورايزا، والإشعاع، والدوْرة الزراعية ومياه البزل في المكافحة. أما من حيث

الدراسات التي استهدفت تقدير الخسائر Loss assessment التي تسببها نيماتودا تعقد الجذور للمحاصيل المختلفة، فقد كانت محدودة للغاية.

ومن هنا، فإننا ننصح بالتوجه إلى إجراء البحوث حول تقدير الأضرار والخسائر للمحاصيل الزراعية. ومن ناحية أخرى التوجه إلى تنفيذ البحوث التي تستهدف استخدام الوسائل والسبل غير الكيميائية الاقتصادية والمناسبة لظروف المنطقة العربية.

6. المراجع References

إبراهيم، خيري عتريس إبراهيم. 2002. نيماتودا المحاصيل الزراعية– الأمراض والمقاومة. منشأة المعارف، الإسكندرية. 344 صفحة.

أبوغربية، وليد. a 1963. تبخير تربة مشاتل البندورة والباذنجان بمبيدات النيماتودا لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور. التقرير السنوي لمحطة الأبحاث الزراعية. وادي الفارعة. الأردن.

أبوغربية، وليد. b 1963. مقاومة نيماتودا تعقد الجذور على الزيتون بالنيماجون والحرارة. التقرير السنوي لمحطة الأبحاث الزراعية. وادي الفارعة. الأردن.

أبوغربية، "محمد وليد". 1994. نيماتودا تعقد الجذور في الأردن. دراسات حول أنواعها ونشاطاتها الحيوية ومكافحتها. كلية الزراعة– الجامعة الأردنية. منشورات الجامعة الأردنية، عمادة البحث العلمي– الطبعة الثانية. صفحة 97.

أبوغربية، وليد و طلب العزه. 2004. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 1– 22 .

اسطيفان، زهير عزيز، كامل سلمان جبر و هديل بدري داود. 2005. عزل الفطور من بذور فول الصويا ونباتاتها وأثرها في إنبات البذور وبإدراتها ومكافحتها إحيائيا. مجلة وقاية النبات العربية، 23 : 51– 56 .

اسطيفان، زهير عزيز، محمد صادق حسن و إبراهيم خليل حسون. a 2002. فعالية مبيد الفيناميفوس وفطري Rifani *Trichoderma harzianum* ، *Paecilomyces*

lilacinus (Thom) Samson وبعض مضافات التربة العضوية في مكافحة المعقد المرضي لنيماتودا تعقد الجذور وأمراض الذبول على الباذنجان. مجلة وقاية النبات العربية، 20: 1- 5.

اسطيفان، زهير عزيز، علي حسين علوان و روناك عبد الرحمن شالي. 1977. غربلة أصناف التبغ ضد ديدان العقد الجذرية ومكافحة هذه الديدان بالمبيدات الكيميائية. الكتاب السنوي لبحوث وقاية المزروعات، 1: 295- 304 .

اسطيفان، زهير عزيز، كامل سلمان جبر، باسمة جورج أنطون، و هديل بدري داود. 2002b. المكافحة الإحيائية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* والفطر رايزكتونا في نباتات الباذنجان والخيار. مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص)، 7(5): 1- 8 .

اسطيفان، زهير عزيز، محمد صادق حسن، حافظ إبراهيم عباس، و باسمة جورج أنطون. 1999. تأثير فطريات المايكورايزا الداخلية على المعقد المرضي لمرض الذبول ونيماتودا العقد الجذرية في نباتات الطماطم والباذنجان. مجلة الزراعة العراقية، 4(4): 54- 60 .

اسطيفان، زهير عزيز، محمد عبد الخالق الحمداني، سعد الدين شمس الدين، و هديل بدري داود. 2001. فعالية مادة الفورفورال في مكافحة الذبول وتعقد الجذور الذي يصيب الباذنجان والطماطم/ البندورة تحت ظروف الظلة الخشبية. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 97- 100 .

اسطيفان، زهير عزيز، عمر خليل رمان، كوثر هاشم توفيق، و رواء داود سلمان. 2004. تقويم كفاءة مسحوق الجت ضد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الباذنجان والخيار. مجلة الزراعة العراقية، 9(1): 49- 54.

اسطيفان، زهير عزيز، عمر خليل رمان، هديل بدري داود، و كوثر هاشم توفيق. 2006. كفاءة مسحوق أوراق القرنابيط ضد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الباذنجان والخيار. مجلة الزراعة العراقية، 11 : 60 – 68.

اسطيفان، زهير عزيز، محمد صادق حسن، هناء حمد الزهرون، باسمة جورج أنطون، و ماركو شموئيل كيوركيس. 1996. تأثير نيماتودا تعقد الجذور وفطر الفيوزاريوم على جذور الطماطم ومكافحتها إحيائيا وكيميائياً. مجلة الزراعة العراقية، 1: 71-80.

اسطيفان، زهير عزيز، عبد المجيد تركي حمادي، حافظ إبراهيم عباس، هديل بدري داود، و باسمة جورج انطون. 2003. تأثير سماد السوبر فوسفات وبعض الأسمدة الحيوانية وفطريات المايكورايزا الشجيرية المخلوطة مع تربة كربلاء الصحراوية في نشاط نيماتودا تعقد الجذور على نباتات الطماطة. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 34(5): 171- 176.

أنطون، باسمة جورج، زهير عزيز اسطيفان، و منى حمودي الجبوري. 2006. حساسية بعض أصناف التبغ للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* والفطرين *Fusarium solani* ، *Macrophomina phaseolina* ومكافحتها إحيائياً وكيميائياً. مجلة الزراعة العراقية، 11 : 68- 80.

بن زغيو، عبد الله عوض. 2001. أثر التعاقب المحصولي في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp في التربة. التقرير البحثي للموسم 2001- 2002. 6 صفحات.

بن زغيو، عبد الله عوض. 2004. تأثير زراعة الفجل *Raphanus sativus* كمصيدة نباتية على أعداد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. في التربة. كتاب وثائق مؤتمر العلوم. 2004، صنعاء، اليمن. 5 صفحات.

جبارة، افتخار موسى، زهير عزيز اسطيفان و فرقد عبد الرحيم فتاح. 2003 أ. قدرة المبيدين الإحيائيين – تحدي وصمود – على البقاء في التربة وتأثير التعقيم الشمسي (البسترة) في فاعليتهما تحت ظروف البيوت الزجاجية. مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص)، 8(3): 111- 120

جبارة، افتخار موسى، فرقد عبد الرحيم فتاح، و زهير عزيز اسطيفان. 2003 ب. تحديد الطريقة المناسبة لإضافة المبيدين الإحيائيين تحدي وصمود لخفض إصابة نباتات

الطماطم بالفطر فيوزاريوم ونيماتودا تعقد الجذور. مجلة الزراعة العراقية (عدد خاص)، 8(3): 24- 35.

جبر، كامل سلمان. 1996. المقاومة الإحيائية للمعقد المرضي بين نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* والفطر *Fusarium solani* في الباذنجان. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

الحازمي، احمد بن سعد. 1992. مقدمة في نيماتولوجيا النبات. عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود. . صفحة 326.

الحازمي، أحمد سعد ، صالح نعمان النظاري، أحمد عبد السميع محمد دوابة، و فهد عبد الله اليحيى. 2008. مقارنة كفاءة بعض التوجهات المختلفة في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على الفاصولياء الخضراء. كتاب وقائع المؤتمر العلمي الرابع للتنمية والبيئة: التوازن بين البيئة وحماية البيئة. 18- 2008/3/20م، جامعة الملك سعود (السعودية) بالتعاون مع جامعة أسيوط (مصر). الرياض ، المملكة العربية السعودية.

الحداد، هيفاء حسين عبد الله. 1999. تأثير المستخلصات النباتية على نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* ونمو نباتات الباباي والبامية. رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية ناصر للعلوم الزراعية، جامعة عدن، عدن، اليمن. ص19- 26.

الحمداني، محمد عبد الخالق، هيثم ناجي أحمد النعّيمي، هادي مهدي عبود، و حمود مهيدي صالح. 1999. استخدام مادة الفورفورال (Furfural) في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على كل من الخيار والباذنجان تحت ظروف البيت الزجاجي. مجلة وقاية النبات العربية، 17(2): 84- 87 .

دعباج، خليفة حسين ،علي أمين بن كافو، علي الخراز، و محمود مصباح عياد. 2005. تأثير أغطية اللدائن في تعقيم التربة بالطاقة الشمسية والزراعة على الأغطية في نمو وإنتاجية الخيار *Cucumis sativus L.* والشمام *Cucumis melo L.* تحت ظروف الزراعة المحمية. مجلة وقاية النبات العربية، 23: 24- 30.

السبع، رياض فالح، سليمان نائف عمي، و عبد الجواد بشير الزرري. **2001**. تأثير مستخلصات نبات الداتوره *Datura stramonium* في نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على نبات الطماطم (البندورة). دراسات/ العلوم الزراعية، 28(2 and 3) : 219- 226 .

سعد، نجاة عدنان. **2001**. التداخل بين ديدان العقد الجذرية *Meloidogyne javanica* والفطر *Fusarium solani* ومقاومتها إحيائياً. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

سلامي، سميرة، و ماجدة لوبي. **2000**. مكافحة نيماتودا تعقد الجذور عن طريق التعقيم الشمسي للتربة في الطماطم (البندورة). كتاب وقائع المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات. 22- 26 أكتوبر، 2000، عمان، الأردن.

صالح، حلمي وأحمد المومني. **1986**. تأثير الفطور المتعايشة (المايكورايزا) على نيماتودا تعقد الجذور في البندورة والباذنجان. مجلة وقاية النبات العربية، 4(1): 49.

علوان، علي حسين. **1981**. تأثير التجميع الحراري تحت الأغطية البلاستيكية في مقاومة المسببات المرضية والأدغال في الترب الزراعية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

علي، أمين وفدي أمين و محمود يوسف. **1997**. تأثير التسميد العضوي للتربة في تطفل كل من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* ونيماتودا القطن الكلوية *Rotylenchulus reniformis* ونمو نبات دوار الشمس. مجلة وقاية النبات العربية، 15(2): 114 .

عمي، سليمان نايف. **1993**. تأثير مستخلصات بعض النباتات على فقس بيوض نيماتودا تعقد الجذور. دراسات (العلوم البحتة والتطبيقية)، 2 (4): 141- 150.

عمي، سليمان نايف. **1998**. المقاومة المتكاملة لنيماتودا (ديدان) تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على نباتات الطماطم. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

فهمي، توفيق. 1933. سلالة اللوبيا المنيعة من الصدأ والمقاومة للتدرن الجذري، المجلة الزراعية المصرية، 6: 649- 677 .

قاسم، اكرم حمدي. 1980. تشخيص الديدان الثعبانية المسببة لمرض تعقد الجذور التي تصيب الخضروات وغربلة بعض أنواع الخضروات المهمة لإيجاد مدى مقاومتها وقابليتها للإصابة بالنيماتودا *Meloidogyne javanica* لوحدها وبمصاحبتها للفطر *solani*، *Fusarium* . رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

محمد، حسن يونس، عبد الجواد بشير الزرري، و نبيل عزيز قاسم. 1993. تأثير نيماتودا تعقد الجذور على نمو شتلات الزيتون ومقاومتها كيميائياً في محافظة نينوى. مجلة زراعة الرافدين، 25(1): 133- 138 .

زيدان، عبد العظيم بابكر. 2009. تصنيف النيماتودا المتطفلة على النباتات والنيماتودا الحرة في السودان، (الجزء الثاني)، دار جامعة الجزيرة للطباعة والنشر، 250ص. (تحت الطبع).

Abadir, S.K., A.E. Ismail and A.M. Kheir . 1996. Efficacy of soil amendments with plant wastes in control *Meloidogyne incognita* on sunflower. Pakistan Journal of Nematology, 14:95-100.

Abdul-Rahman, T.B. and M.F.M. Eissa. 1974. Some effects of aldicarb on the life cycle and pathogenicity of *Meloidogyne incognita* in potato roots. Nematologia mediterranea, 3:173-175.

Aboud, H.M. and F.A. Fattah. 1989. The effect of *Trichoderma* isolates on some plant growth parameters and parasitism of nematode eggs. International Symposium Biological Conference, Antalya, Turkey, 1989. pp.10.

Aboud, H.M., H.M. Saleh, F.A. Fattah and H.A. Radwan. 1992 .*Trichoderma viride* as biocontrol agent of root-knot nematode. Iraqi Journal of Agriculture Science, 23: 7-12.

Aboul-Eid, H.Z. and M.M.A. Youssef. 1993. Effect of systemic nematicides on tomato plants infested with the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in the nursery and open field. Pakistan Journal of Nematology, 11(2): 125-129.

Abu-Blan, H.W., W.I. Abu-Gharbieh and H. Saleh. 1990. Efficiency of soil solarization for different durations in controlling soil-borne pathogens at varying soil depths in the Jordan Valley. Dirasat, Series B (Pure and Applied Science), 17(4):72-85.

Abu-Elamayem, M. M., M. Y. El-Shoura, M. A. Radwan, A. H. Hamed and A. Abd-Elall .1985. Joint action effects of some nematicides and benomyl against *Meloidogyne incognita* and *Rhizoctonia solani* on soybean. Med. Fac. Landbouw. Schapp. Rijkasuniversitiet Gent., 50(3a): 839-850.

Abu-Elamayem, M.M., M.Y. El-Shoura, S.T. Badr and S.A. El-Khishen. 1989. Effect of granular nematicides, fertilizers and their mixtures on *Meloidogyne javanica* on tomato seedlings. Proceedings of the 7th Arab Pesticide Conf., Sep.11-12, Tanta Univ., 172-187.

Abu-Gharbieh, W.I and L. Al-Banna. 1993. Screening of processing tomato cultivars to two species of the root-knot nematode. Proceedings of the 1st Jordanian Plant Protection Conference, 12-13 Sept., Amman, Jordan

Abu-Gharbieh, W.I. and A. Hammou. 1972. Control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato using different concentrations of DBCP. Plant Protection Stud., Dept. Agric., Res. Ext., Jordan, 1: 49-53.

Abu-Gharbieh, W.I. and A. Hammou. 1977. Population dynamics and effect of *Meloidogyne incognita* on different plantings of tomato in the Central Jordan valley. Nematologia mediterranea , 5: 227-232.

Abu-Gharbieh, W.I., H. Saleh and H. Abu-Blan. 1991. Application of solar-heated water for soil solarization. Pp. 69-77. In: J.E. DeVay, J.J. Stapleton and C.L. Elmore (Eds.) .Soil Solarization. FAO Plant Protection Paper (109) pp.396. FAO, Rome. Proceedings of the 1st International Conference on Soil Solarization, 19-25 Feb. 1990, Amman, Jordan.

Abu-Gharbieh, W.I and M. R. Karajeh. 2006. Response of recently introduced cultivars of vegetable crops to the root-knot nematodes (*Meloidogyne* species and races) in Jordan. *Dirasat* (Agricultural Sciences), 33(3):165-171.

Abu-Laban, A.Z. 1991. Evaluation of three nematophagous fungi in controlling root-knot nematode using animal manure and wheat grain as carrier substrates. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan. 78pp.

Al-Banna, L. and H. Khyami-Horani. 2004. Nematicidal activity of two Jordanian strains of *Bacillus thuringiensis* on root-knot nematode. Nematologia mediterranea, 32: 41-45

Al-Banna, L., R.M. Darwish and T. Aburjai. 2003. Effect of plant extracts and essential oils on root-knot nematode. Phytopathologia mediterranea, 42: 123-128.

Al-Hamed, M. 1987. The status of plant parasitic nematodes in cereals and food forage legumes in Syria. In: M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, March 1-5, 1987. Pp.193-198.

Al-Hazmi, A.S. 1985a. Efficacy of selected nematicides and management practices on population of *Meloidogyne javanica* on eggplants. Journal College of Agriculture, King Saud Univ., 7(2): 457-466.

Al-Hazmi, A.S. 1985b. Susceptibility of some cucurbit cultivars, grown in Saudi Arabia, to root-knot nematodes. J. Coll. Agri., King Saud Univ., 7(2): 439-445.

Al-Hazmi, A.S. 1994. Managing root-knot nematodes in greenhouses: an integrated system. Pp. 447-468. In: N.A. Mansour, Ed. Pest management and the environment. Alexandria Univ. and IDRC, Canada

Al-Hazmi, A.S., Z.M. Abdul-Hayja and I.Y. Trabulsi. 1983. Plant parasitic nematode in Al-Kharaj region of Saudi Arabia. Nematologia mediterranea, 11: 209-212.

Al-Hazmi, A.S., A.A.M. Ibrahim and A.T. Abdul-Razig. 1993. Evaluation of a nematode encapsulated fungi complex for control of *Meloidogyne javanica* on potato. Pakistan Journal of Nematology, 11(2): 139-149.

Ali, A.H.H. 1990. The use of nematode trapping fungi and organic amendments to control root-knot nematodes. Bull. Fac. Agric., Univ. of Cairo,41:3 Suppl., 1001-1012.

Al-Obeidy, J.F.W., A.A. Al-Askari and Z.A. Stephan. 1987. Some plant extracts for the control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Nematologia mediterranea, 15: 149-153.

Al-Rajhi, D.H., A.S. Al-Hazmi, H.I. Hussein, A.A.M. Ibrahim, F.A. Al-Yahya and S.Mustafa.1995. Nematicidal properties of *Rhazya stricta* and *Juniperus polycarpos* on *Meloidogyne javanica* in Saudi Arabia. Alex. Sci. Exch., 18(2): 135-142.

Al-Rehiayani, S. 2001. Organic and inorganic fertilizers in relation to the control of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* infecting tomato. Egyptian Journal of Agronematology, 5: 1-10..

Al-Saaedy, H.A. and Z.A. Stephan. 1986. Root-knot nematode on eggplant in Iraq. Nematologia mediterranea, 14: 283-284.

Al-Sayed, A.A., S.K. Abadir and A.M. Kheir. 1996. Effect of certain medical plant extracts on the mortality of *Meloidogyne incognita.* Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 34: 727-732.

Al-Yahya, F.A. 1997. Development of *Meloidogyne incognita* on *Phaseolus vulgaris* and *Nicotiana tabacum* growth in nutrient solution. Alexandria Science Exchange, 18(4): 491-503.

Amin, A.W. A.A. Gharib and M.E. Al-Shalaby. 2003. DNA polymorphism for evaluation of four pepper cultivars for resistance to *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* nematodes. Journal of Agriculture Science, Mansoura Univ., 81(11): 6663-6678.

Amin, A.W., A.M. Kheir, H.H. Hendy and M.S. Motafa. 2002. Efficacy of certain nematicides, abiotic agent (nemaless) and organic amendments alone or in combination in controlling *Meloidogyne incognita* on banana. Proceedings of the 1st Conf. of the Central Agric. Pesticide Lab., 3-5 Sep., 461-469.

Ammati, A. 1978. Problems des *Meloidogyne* au Maroc. Proceedings of Inter. Meloidogyne Project, Cairo, Egypt.

Ammati, A. 1987. Nematode status on food legumes and cereals in Morocco. In: M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematode parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, March 1-5, 1987. Pp.169-172.

Ammati, A.,I., J. Thomason and H.E. Mckinney 1986. Retention of resistance to *Meloidogyne incognita* in *Lycopersicon genotypes* at high soil temperature. Journal of Nematology, 18(4): 491-495.

Anter, E.A.M. 1989. Susceptibility of certain cultivars of potato *Solanum tuberosum* to the infection with *Meloidogyne javanica.* Assiut Journal of Agriculture Science,20: 295-300.

Atkinson, G.F. 1889. A preliminary report upon the life history an metamorphoses of a root gall nematode, *Heterodera radicicola* (Greeff) Mull. and the injuries caused by it upon the roots of various plants. Ala. Agric. Expt. Sta. Bull.1, 54p.

Badawi, S.M. and W.I. Abu-Gharbieh. 2000. Efficacy of certain non-fumigant nematicides for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. Pakistan Journal of Nematology, 18: 59-68.

Berekley, M.J. 1855. (Vibrio forming cysts on cucumber). Gardners, Chronicle. 14:220.

Bessey, E.A. 1911. Root-knot and its control. U.S. Dept. Agric. Bull.217, 89p.

Buhrer, E.M. 1938. Additions to the list of plants attacked by the root-knot nematode *Heterodera marioni*. U.S. Dept. Agric., Plant Disease Reporter, 22:216-234.

Buhrer, E.M, C. Cooper and G. Steiner. 1933. A list of plants attacked by the root-knot nematode *Heterodera marioni*. U.S. Dept. Agric., Plant Disease Reporter, 17:64-69.

Dabaj, K. and C. Jenser.1987. List of plants infected by root-knot nematodes in Libya. International Nematology Network News Letter, 4: 28-33.

Dabaj, K. and M.W. Khan.1982. Resistance of some cultivars of tomato and potato to *Meloidogyne javanica*.. Libyan Journal of Agriculture, 11:109-114.

Dabaj, K., N.A. Khweildi, T.M. Mohammad and E.A. Edongali. 1996. Evaluation of the sensitivity of some tomato and eggplant cultivars to root-knot nematode *Meloidogyne javanica* under Libyan field conditions. Arab Journal of Plant Protection, 14: 44-46.

Eddaoudi, M. and M. Bourijate. 1997. Comparative assessment of *Pasteuria transpene* and three nematicides for the control of *Meloidogyne javanica* and their effect on yields of succe8ssive crops of tomato and melon. Fundamental of Applied Nematology, 21(2): 113-118.

Eddaoudi, M., A. Ammati and A. Rammah. 1997. Identification of the resistance breaking populations of *Meloidogyne* on tomato in Morocco and their effect on new sources of resistance. Fundamental of Applied Nematology, 20: 285-289.

Eisenback, J.D. 1997. Root-knot nematode. Taxonomic Data Base on CD-Rom.

Eissa, M.F.M. 1987. Loss estimation for winter season cereal and legume crops due to plant parasitic nematodes and complex diseases in Egypt. Pp.147-153. In: M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi arid

regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

El-Behadli, A.H., Z.A. Stephan, H.H. Al-Zahroon and B.G. Antoon. 1991. Effects of chemical control on the *Fusarium-Meloidogyne* disease complex of eggplant. Iraqi Journal of Agriculture Science, 22: 40-46.

El-Hamawi, M.H., M.M.A. Youssef and H.S. Zawam. 2004. Management of *Meloidogyne incognita* the root-knot nematode on soybean as affected by marigold and sea ambrosia (damsisa) plants. Journal of Pesticides Science, 77: 95-98.

El-Kady, A.M.A. 1990. Interaction between the nematicide fenamiphos and certain chemical fertilizers in controlling the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Zagazig Univ.

El-Nagdi, W.M.A. and M.M.A. Youssef. 2004a. Use of okra as a trap plant for managing the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and cellular alternation in nematode-infected root. Pakistan Journal of Nematology, 22: 151-155.

El-Nagdi, W.M.A. and M.M.A. Youssef. 2004b. Eradication of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on table grape by using certain sugar cane residues in newly reclaimed soil. P.477(Abstract). The 3rd Symp. Sci. Res. and Tech. Div. Outlook in the Arab World, April 11-14, Riyadh, Saudi Arabia.

El-Sherif, A.G. 1983. Efficacy of certain nematicides on checking *Meloidogyne incognita* infecting soybean plant. Journal of Agriculture Science, Mansoura Univ., 8: 946-951.

El-Sherif, A.G. and A.A.S. El-Sherif. 1983. Combined effect of soybean cultivar and nematicides on host plant susceptibility of *Meloidogyne incognita*. Proceedings III-Egyptian-Hungarian Conf. of Pl. Protection.

EL-Sherif, A.G., F.A. Mostafa and A.A. Khalil. 2003. Integrated management of *Rotylenchulus reniformis* infecting sunflower by using chicken manure, *Hirsutella rhossiliensis* and oxamyl. Proceedings of the 8th Arab Congress of Plant Protection,12-16 Oct., El- Beida, Libya.

El-Sherif, A.G., F.A. Mostafa and G.A.M. Zahir. 2004. Impact of certain plant oil products and oxamyl on *Meloidogyne incognita* infecting sunflower plants. Journal of Agriculture Science, Mansoura Univ., 29 (2): 935-942.

Farahat, A., S. Al-Rehiayani and M. Belal. 2001. Evaluation of systemic and non-systemic nematicides for the control of the root-knot

nematode *Meloidogyne javanica* dominated in Al-Qassim fields. Egyptian Journal of Agronematology, 5:11-24

Fattah, F.A., H.M. Saleh and H.M. Aboud. 1989. Parasitism of the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* by *Pasteuria penetrans* in Iraq. Journal of Nematology, 21: 431- 433.

Greco, N., M. DiVito, M.V. Reddy and M.C. Saxena. 1984. A preliminary report of survey of plant parasitic nematodes of leguminous crops in Syria. Nematologia mediterranea, 12: 193-200.

Hafez, S.L., S.Al-Rehiayani and M.Thoronton. 1995. Root-knot nematode management in potato production system. Proceedings of Univ. Idaho, Winter Commodity School, 27: 161-172.

Hashim, Z. 1979. A preliminary report of the plant- parasitic nematodes in Jordan. Nematologia mediterranea, 7: 177-186.

Hassan, H.M. 1990. Studies on the nature of resistance to root-knot nematode *Meloidogyne* spp. in tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., Alexandria Univ. pp131.

Hassan, H.M. 1999. Effect of some bio-fertilizers and chopped fresh roots of plants on *Meloidogyne javanica* infected sugar-cane. Egyptian Journal of Agronematology, 3(1/2):163-175.

Hassan, H.M., A.M. Khalf-Allah, I.K.A. Ibrahim and H.M. Badr. 1994. Free amino acids and oxidative enzymes in infested roots of tomato genotypes resistant and susceptible to *Meloidogyne incognita*. Nematologia mediterranea, 22: 179-183.

Hattar, B.I., W.I. Abu-Gharbieh and L. Al-Banna. 1988. Effect of elemental sulfur and sulfuric acid soil amendments on the root-knot nematode and tomato growth in calcareous soils. Damascus Univ. Journal, 15: 35-56.

Hijaz, R. 2003. Fungi associated with the root-knot nematodes in Jordan. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan. Pp 77.

Husain, S.I., R.K. Khan and A. Trrov. 1984. Effect of root-dip treatment of eggplant seedlings with plant extracts and anthelmintic drugs on plant growth and root-knot development. Pakistan Journal of Photochemistry, 10: 3305-3306.

Ibrahim, I.K.A.1985. The status of root-knot nematodes in the Middle East. Region VII of the International *Meloidogyne* Project. Pp.373-378. In: J.N. Sasser and C.C. Carter, Eds. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. I. Biology and Control, North Carolina State University Graphics.

Ibrahim, I.K.A. 1987. Interaction between *Meloidogyne arenaria* and *M. incognita* on tobacco. Nematologia mediterranea, 9:7-19.

Ibrahim, I.K.A. and M.A. El-Saedy. 1987. Development of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* in soybean roots. Nematologia mediterranea, 15: 47-50.

Ibrahim, A.A.M. and I.K.A. Ibrahim. 2000. Evaluation of non-chemical treatment in the control of *Meloidogyne incognita* on common bean. Pakistan Journal of Nematology, 18: 51-57.

Ibrahim, I.K.A., A.A.M. Ibrahim and M.A. Rezk. 1994. Biology and chemical control of root-knot nematodes on clover, corn and wheat. Alexandria Journal of Agriculture Research, 39(3): 453-462.

Ibrahim, I.K.A., M.A. Rezk and A.A.M. Ibrahim. 1988. Resistance of barley and wheat cultivars to root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. Pakistan Journal of Nematology, 6(1): 39-43.

Ibrahim, I.K.A., M.A. Rezk and H.A.A. Khalil. 1982. Effects of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* on plant growth and mineral content of cotton *Gossypium barbadense*. Nematologica, 28: 298-302.

Ibrahim, I.K.A., M.A. Rezk, M.A.M. El-Saedy and A.A.M. Ibrahim. 1987. Control of *Meloidogyne incognita* on corn, tomato and okra with *Paecilomyces lilacinus* and the nematicide aldicarb. Nematologia mediterranea, 15: 265-268.

Kassim, A.H, and S.I. Husein. 1987. Screening of some tomato cultivars for their resistance to *Meloidogyne javanica* under Iraqi conditions. International Nematology Network News Letter, 4: 27-29.

Katcho, Z.A. 1972. First occurrence of certain root-knot nematode species in Iraq. Plant Disease Reporter, 56(9):824.

Khatoom, M. 1981. Effect of methyl bromide soil fumigation and black plastic mulching on cucumber grown under plastic tunnels. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan. pp.74.

Kheir, A.M., A.A. Al-Sayed and H.I. El-Naggar. 2000. Nematicidal potential of some dry ground ornamentals plants against *Meloidogyne incognita* on sunflower. Egyptian Journal of Agronematology, 4(1and 2): 31-40.

Kheir, A.M., A.A. Osman and S.A. Montasser. 1981. Efficacy of certain systemic nematicides in controlling *M. javanica* infecting okra, *Hibiscus esculentus*. Bulletin of Faculty of Agriculture, Cairo University

Kinawy, M.M., A.M. Hammouda, M.H. Hussain and F.Abdel-Muhsin. 1987. Potency of some nematicides for controlling nematodes and improving banana production in the southern region of Oman (Dhofar). Tropical Pest Management, 33: 119-121.

Korayem, A.M. and H.H. Ameen. 1989. Influence of molybdenum on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* infecting broad bean. Annals of Agriculture Science, Moshtohor, 27(1): 615-619.

Korayem, A.M. and A.G. El-Sisi. 1989. Iron and zinc as activator elements to oxamyl toxicity against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Pakistan Journal of Nematology, 7: 27-31.

Korayem, A.M. and M.M.A.Youssef.2004.Damage threshold of *Meloidogyne incognita* under greenhouse and field. conditions. Pakistan Journal of Nematology, 24: 25-31.

Lamberti, F. 1979. Economic importance of *Meloidogyne* species In subtropical and Mediterranean climates. Pp.340-357. In: F. Lamberti and CE. Taylor, Eds. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) Systematics, Biology and Control. Academic Press.

Mamluk, O.F. and E.W. Faust. 1975. Distribution and identity of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on cotton and sugar beet in the Syria Arab Republic and Republic of Lebanon. Pflanzkrankheiten, 11: 717-721.

Mamluk, O., W.I. Abu-Gharbieh, C.G. Shaw, A. Al-Musa and L.S. Al-Banna. 1984. A checklist of plant diseases in Jordan. Publication of the University, Jordan. pp.107.

Mani, A. and M.S. Al-Hinai. 1998. Toxicity of harmful *Rhazya stricta* to *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus jordanensis*. Nematologia mediterranea, 26: 27-30.

Marcinowski, K. 1909. Parasitisch und semiparasitisch an Pflanzenlebende Nematoden. Arbeit. Kaiserl. Biol. Anat. Land. u. Forstw, 7: 147-171.

May, J.N. 1876. Club roots. American Florist, 3:649.

Montasser, S.A. 1991. The efficacy of some organic manures in controlling of root-knot nematode of okra. Pakistan Journal of Nematology, 9: 139-143.

Montasser, S.A., S.S. Ahmed and A.A. Al-Sayed. 1991. Effect of latex extracts of some cactus plant species in controlling *Meloidogyne javanica* infecting sunflower. Annals of Agriculture Science, Moshtohor, Egypt, 29:1759-1764.

Montasser, S.A., A.A. Al-Sayed and H.A. El-Sh. 1986. Susceptibility of fifteen tomato cultivars to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Egyptian Journal of Phytopathology, 18: 149-152.

Mostafa, F.A.M. 1993. Observations on the effect of some cover crops and the Nematophagous fungus *Hirsutella rhossiliensis* on *Meloidogyne incognita* infecting tomato. Egyptian Journal of Applied Science, 8(6): 667-676.

Mostafa, F.A.M. 1997. Effect of leaf extracts of certain ornamental plants on root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. infecting cucumber plants. Proceedings of the 5th Scientific Forum of Egyptian Society of Agriculture Nematology, Agriculture Zoology Department, Mansoura Univ., Egypt.

Mostafa, F.A.M. 1998. Impact of three nematophagous fungi separately and in combination with poultry manure on root-knot nematodes infecting sunflower. Egyptian Journal of Agronematology, 2(2): 245-256.

Mostafa, F.A.M. 2000. Integrated control of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. infecting sunflower and tomato. Pakistan Journal of Biological Science, 4(1): 44-46.

Mostafa, F.A.M., A.G. El-Sherif and M.A. El-Wakil. 1997. Influence of *Tylenchulus semipenetrans* on sour orange in soil infested with *Agrobacterium tumefaciens*. Proceedings of the 5th Scientific Forum of Egyptian Society for Agricultural Nematology, Agric. Zoology Dept., Mansoura Univ., Egypt.

Natour, R.M., J.M. Allow and Z.A. Katcho. 1975. The effect of DBCP on citrus-root nematode and citrus growth and yield in Iraq. Journal of Nematology, 7: 270-274.

Neal, J.C. 1889. The root-knot disease of the peach, orange and other plants in Florida, due to the work of *Anguillula*. U.S. Dept. Agric. Dic. Ento., Bull.20, P 31.

Netscher, C. 1978. Morphological and physiological variability of species of *Meloidogyne* in West Africa and implications for their control. Meded. Landbouwhogeschool. Wageningen, 78-3: 1-46.

Oteifa, B.A. 1953. Development of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* as affected by potassium nutrition of the host. Phytopathology, 43:171-174.

Oteifa, B.A., M.A. Gibrail and W.A. Amin. 1959. Effect of certain carbamated and phosphated pesticides on the soil population density

of *Rotylenchus reniformis* of cotton, *Gossypium barbadense*. Agric. Res. Rev., Min. of Agric., U.A.R.

Radwan, M. A. 1999. An integrated control trial of *Meloidogyne incognita* using *Bacillus thuringiensis* associated with nematicides. J. Pest Cont. and Environ. Sci., 7: 103-104.

Radwan, M.A., M.M. Abu-Elamayem, H.M.I. Kassem and E.K. El-Maadawy. 2004. Management of *Meloidogyne incognita* root-knot nematode by integration of *Bacillus thuringiensis* with either organic amendments or carbofuran . Pakistan Journal of Nematology, 22(2): 135-142.

Rubeya, H. 1999. Chemical and biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on date-palm trees. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Univ. of Jordan: pp.80.

Said, H. and W.I. Abu-Gharbieh. 1998. Effectiveness of soil solarization against *Meloidogyne javanica* and *Heterodera schachtii* in the Jordan valley. FAO Plant Production and Protection Paper, 147: 91-300.

Saleh, H.M, H.M. Aboud and F.A. Fattah. 1992. Biological and chemical control of the plant parasitic nematode *Meloidogyne javanica*. Iraqi Journal of Agriculture Science, 23(2) 20-25.

Saleh, H., W.I. Abu-Gharbieh and H. Abu-Blan. 1990. Effect of "solarization" using different thicknesses of black plastic trapping on soil-borne pathogens. Dirasat, Series B (Pure and Applied Sciences), 17(3): 41-53.

Sasser, J.N. 1979. Pathogenicity, host ranges and variability in *Meloidogyne* species. Pp. 257-268. In: F. Lamberti and C.E. Taylor, Eds. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) Systematics, Biology and Control. Academic Press.

Sasser, J.N. 1987. A perspective of nematode problems worldwide. In: Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions. Proceedings of a workshop held at Larnaka, Cyprus, 1-5 March 1987.

Satour, M.M. 2003. Soil solarization: a non-chemical approach for control of soil borne pathogens and pests in Egypt. Plant Pathology Research Institute, Agriculture Research Center, Giza, Egypt.

Sellami S. 1993. Efficacite de la solarisation du sol et d'un traitment chimique contre les *Meloidogyne* sur une culture de tomate. Integrated Control on Protected Crop Mediterraneen Climate. Bull. O.I.L.B.SROP, 17(5): 43-46.

Sellami, S. et H. Cheifa. 1997. Effet de *Tagetes erecta* contre les *Meloidogyne* sur une culture de tomate sous abri plastique. Med. Fac. Landbouw. Univ., Gent, 62/3a: 737-740.

Sellami, S. et A. Eddaoudi. 1991. Essai de lutte contre les *Meloidogyne* sous abri
plastique par l'emploi des varietes de tomate resistantes. Integrated Control Protected Crop Mediterranean Climate. Bull. O.I.L.B., SROP, 14(5) : 113-116.

Sellami, S. et A. Mouffarah. 1994. Effet des extraits aqueux de quelques plantes
nematicides sur la mortalite et l'eclosion de *M. incognita.* Med.Fac.Landb.,
Univ., Gent, 59/2B : 813-816.

Sellami S., M. Lounici, A. Eddoud et H. Benseghir. 1999. Distribution et plantes hôtes associées aux *Meloidogyne* sous abri plastique en Algérie. Nematologia mediterranea, 27, 295-301.

Stephan, Z.A. 1988a. New Race of *Meloidogyne javanica* from Iraq. International Nematology Network News Letter, 5(1): 21.

Stephan, Z.A. 1988b. Newly reported hosts of root-knot nematodes in Iraq. International Nematology Network News Letter, 5: 36-43.

Stephan, Z.A. 1989. Effect of organic amendments, nematicides and solar heating on root-knot nematodes infecting eggplant. International Nematology Network News Letter, 6: 34- 35.

Stephan, Z.A. 1995. The efficacy of nematicides and horse manure in controlling root-knot nematodes on tomato and eggplant. Nematologia mediterranea, 23: 29-30.

Stephan, Z.A., I.K. Al-Maamoury and B.G. Antoon. 1988b. The efficacy of nematicides, solar heating and the fungus *Paecilomyces lilacinus* in controlling root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in Iraq. ZANCO, 6: 69-76.

Stephan, Z.A., A.H. Michbass and C.W. Shahir. 1989b. Control of root-knot nematode on eggplant by nematicides. International Nematology Network News Letter, 6: 25-26.

Stephan, Z.A., A.H. Michbass and I. Shaker.1989c. Effect of organic amendments, nematicides and solar heating on root-knot nematodes infecting eggplant. International Nematology Network News Letter, 6(1): 34-35.

Stephan, Z.A., A.H. Michbass, I. Mahmoud and B.G. Antoon. 1990. Control of Root-knot nematode on tomato by oxamyl. International Nematology Network News Letter, 7(1): 28-30.

Stone, G.E. and R.E. Smith. 1898. Nematode worms. Mass. Agr. Expt. Sta. Bull. 55, p.67.

Tanveer, M. 1968. The prevalence, host range and control of *Meloidogyne* species in Lebanon. M.Sc. Thesis, American University of Beirut.

Tayar, A. 1970. Seed treatment for control of *Meloidogyne incognita* on cotton. In: Proceedings of 2nd Research Planning Conference on Root-knot nematode, *Meloidogyne* spp., Nov.26-30, Athens, Greece.

Taylor, A.L. and J.N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Department of Plant Pathology, N.C. State University, Raleigh.111.

Yassin, A.M. 1974. Root-knot nematodes in the Sudan and their chemical control. Nematologia mediterranea, 1: 103-112.

Yassin, A.M. 1978. Root-knot nematodes. Paper presented at the International Project Symposium, February 4, Cairo, Egypt.

Yassin, A.M. 1987. The status of research on plant nematology in cereals and food and fodder legumes in the Sudan. Pp.181-192. In: M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in Temperate Semi-Arid regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987.

Younis, I. 1995. Loss Assessment due to the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on eggplant and okra in the Central Jordan Valley. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan. Pp 97.

Youssef, M.M.A. and W.M. A.El-Najdi. 2005. Population density of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on okra as affected by eggplant as trap crop. The 2nd Syrian-Egyptian Conference on "Food and Agriculture in the Arab World", April 25-28, Baas University, Hemms, Syria.

Youssef, M.M.A. and M.M. Soliman. 1997. Effect of integrated management on *Meloidogyne incognita* infecting Egyptian Henbane, *Hyoscyamus muticus* and on subsequent cowpea growth. Proc. The 1st Sci. Conf. Agric. Sci., Fac. Agric., Assiut Univ., Assiut, December 13-14, 1: 585-594.

Youssef, M.M.A., W.M.A. El-Najdi, F.S.E. Kassim, L.A.F. El-Kholy and M.M.S. Saleh. 2005. Nematicidal and horticultural evaluation of sea ambrosia (*Ambrosia maritime)* plant and abamectin on banana

infested by *Meloidogyne incognita.* Proc. the 3rd Sci. Conf. Agric. and Biol. Division, on "Prospects of the Recent Agric. Res." April 23-24, National Research Centre, Dokki, Cairo. Egypt.

Zawam, H.S., M.M.A. Youssef and M.H. El-Hamawi. 2003. Effect of lantana (*Ambrosia maritime*) plant and abamectin on banana infested by *Meloidogyne incognita*. Proc.3rd Sci. Conf. Agric. and Biol. Div., on "Prospects of the Recent Agric. Res." April 23-24. National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt.

Zuckerman, B.M., M.B. Dicklow and N. Acosta. 1993. A strain of *Bacillus thuringiensis* for the control of plant-parasitic nematodes. Bio-control Science and Technology, 3: 41-46.

الفصل العاشر

نيماتودا الحوصلات

Cyst Nematodes

أحمد عبد السميع دوابة[1] ، خالد العسس[2] و السيد أبو المعاطي السيد[3].

(1) كلية الزراعة والغذاء، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.

(2) كلية الهندسة الزراعية ، جامعة دمشق ، دمشق، سوريا.

(3) قسم امراض النبات، المركز القومي للبحوث، الدقي ، القاهرة ، مصر.

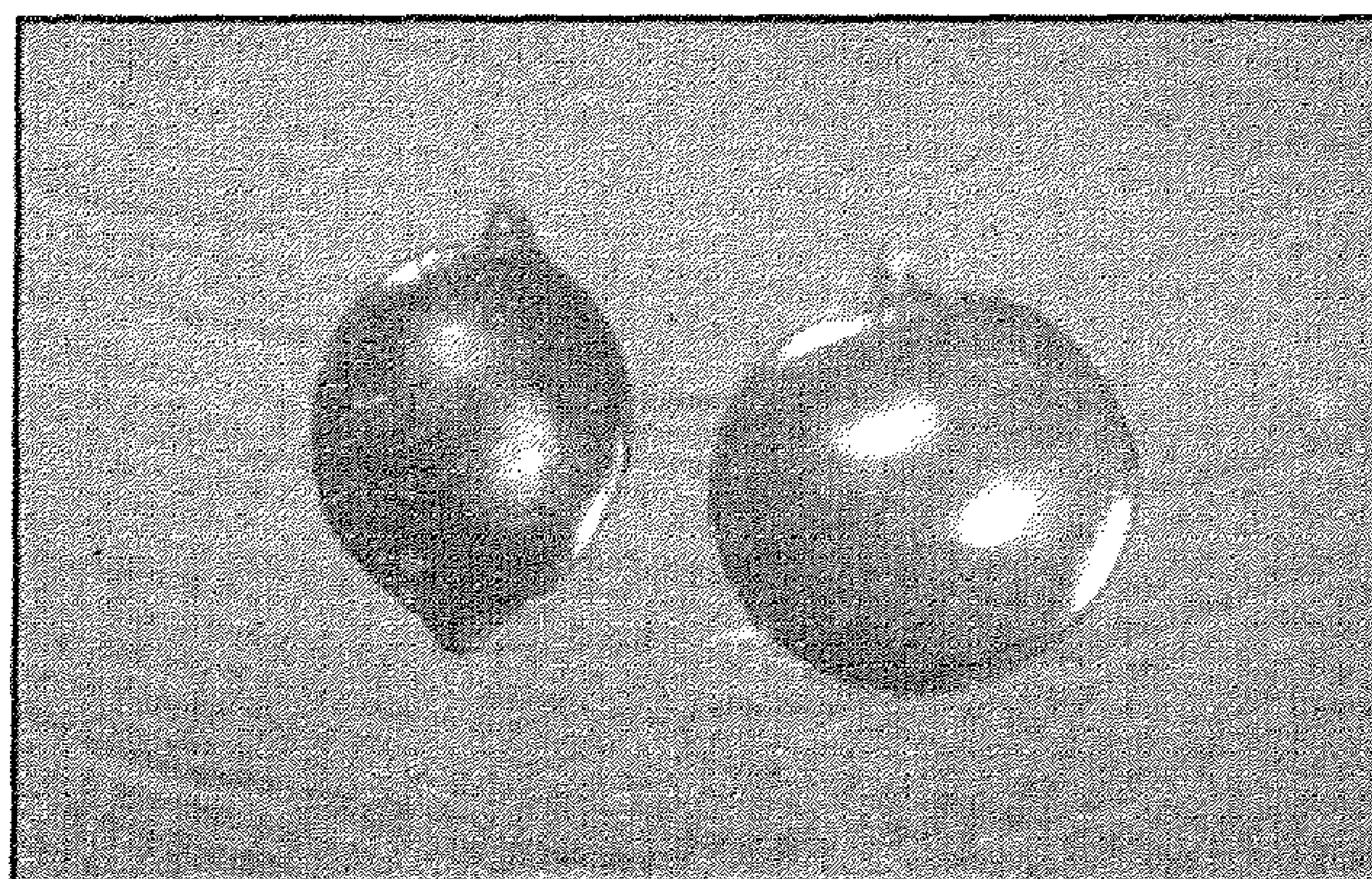
المحتويات

1. المقدمة
2. مميزات الجنس *Heterodera*
3. مميزات الجنس *Globodera*
4. نيماتودا الحوصلات المتطفلة على محاصيل الحبوب الصغيرة (*H. avenae, H. latipons and H. filipjevi*).
5. نيماتودا حوصلات الذرة *Heterodera zeae*
6. نيماتودا حوصلات الحمص *Heterodera ciceri*
7. نيماتودا حوصلات البرسيم *Heterodera trifolii*
8. نيماتودا حوصلات البرسيم من النوع *Heterodera daverti*
9. نيماتودا حوصلات البرسيم الياباني *Heterodera lespedezae*
10. نيماتودا حوصلات بنجر السكر *Heterodera schachtii*
11. نيماتودا الحوصلات *Heterodera rosii*
12. نيماتودا حوصلات فول الصويا *Heterodera glycines*
13. نيماتودا حوصلات بازلاء الحمام *Heterodera cajani*
14. نيماتودا حوصلات الخردليات *Heterodera cruciferi*
15. نيماتودا الحوصلات المتوسطية *Heterodera mediterranea*
16. نيماتودا حوصلات البانيكم *Heterodera goldeni*
17. نيماتودا حوصلات البطاطس *Globodera rostochiensis and G. pallida*
18. المراجع **References**

1. المقدمـــة

تعد نيماتودا الحوصلات من أهم الآفات النيماتودية عموماً في تربة المناطق المعتدلة والاستوائية بعد نيماتودا تعقد الجذور. وقد سميت بنيماتودا الحوصلات؛ لأن جدار جسم الأنثى (الكيوتيكل) يتصلب بعد موتها ويصبح تركيباً صلباً يحتفظ بأغلب البيض بداخله (الحوصلة)، ليحميه من المؤثرات الخارجية لفترات طويلة قد تمتد إلى 5- 7 سنوات ، مما يشكل صعوبة كبيرة في مكافحة تلك النيماتودا. وتقع هذه المجموعة من النيماتودا تحت العائلة Heteroderidae التي تضم حوالي 19 جنساً هي: *Afenestrata*، و*Atalodera*، و*Bellodera*، و*Betulodera*، و*Brevicephalodera*، و*Cactodera*، و*Camelodera*، و*Cryphodera*، و*Dolichodera*، و*Ekphymatodera*، و*Globodera*، و*Heterodera*، و*Hylonema*، و*Meloidodera*، و*Punctodera*، و*Rhizonema*، و*Sarisodera*، و*Thecavermiculatus*، و*Verutus*. ويعدُّ الجنس *Heterodera* هو أهم هذه الأجناس على الإطلاق، إذ يضم حوالي 120 نوعاً، ويليه في ذلك الجنس *Globodera* الذي يضم حوالي 18 نوعاً (إبراهيم، 2007). وتتميز نيماتودا الحوصلات بوجه عام بالتخصص العوائلي، فأنواعها ذات مدى عوائلي محدود عادة، وبعضها قد لا يتعدى مداه العوائلي نوعاً أو اثنين من النباتات. وتبعاً لذلك نجد بعض أنواع الجنس *Heterodera* وقد سميت كل منها باسم عائلها الوحيد أو العائل الذي اكتشفت عليه مثل: نيماتودا حوصلات الحبوب (cereal cyst nematode) *H. avenae*، ونيماتودا حوصلات بنجر السكر (beet cyst nematode) *H. schachtii*، ونيماتودا حوصلات الذرة (corn cyst nematode) *H. zeae*، ونيماتودا حوصلات البرسيم (clover cyst nematode) *H. trifolii*، ونيماتودا حوصلات الأرز (rice cyst nematode) *H. oryzae*، ونيماتودا حوصلات البازلاء (pea cyst nematode) *H. goettingiana*، ونيماتودا حوصلات فول الصويا (soybean cyst nematode) *H. glycines*، ونيماتودا حوصلات الجزر (carrot cyst nematode) *H. carotae*، ونيماتودا حوصلات الحمص (chickpea cyst nematode) *H. ciceri*، ونيماتودا حوصلات بازلاء الحمام (pigoen-pea cyst nematode) *H. cajani*، وهكذا.

هناك جنسان اثنان من نيماتودا الحوصلات تم تسجيلهما في بلدان الوطن العربي، وهما الجنسان *Heterodera*، و*Globodera*، ويمكن التفريق بين هذين الجنسين بسهولة عن طريق الشكل العام للحوصلات الناضجة (شكل 1)، فهي في الجنس *Heterodera* ليمونية الشكل عادة، وذات نهاية خلفية بارزة. بينما هي في الجنس *Globodera* كروية الشكل ونهايتها الخلفية غير بارزة. وقد تم تعريف خمسة عشر نوعاً من الجنس *Heterodera* في الوطن العربي – حتى الآن– وهي: *H. avenae*، و*H. latipons*، و *H. filipjevi*، و*H. zeae*، و*H. ciceri*، و*H. trifolii*، و*H. daverti*، و*H. lespedezea*، و *H. schachtii*، و*H. rosii*، و*H. glycines*، و*H. Cajani*، و*H. cruciferi*، و *H. mediterranea*، و*H. Goldenii* . أما الجنس *Globodera* فقد سجل منه في البلدان العربية – حتى الآن– نوعان اثنان فقط هما: *G. rostochiensis*، و*G. pallida*.



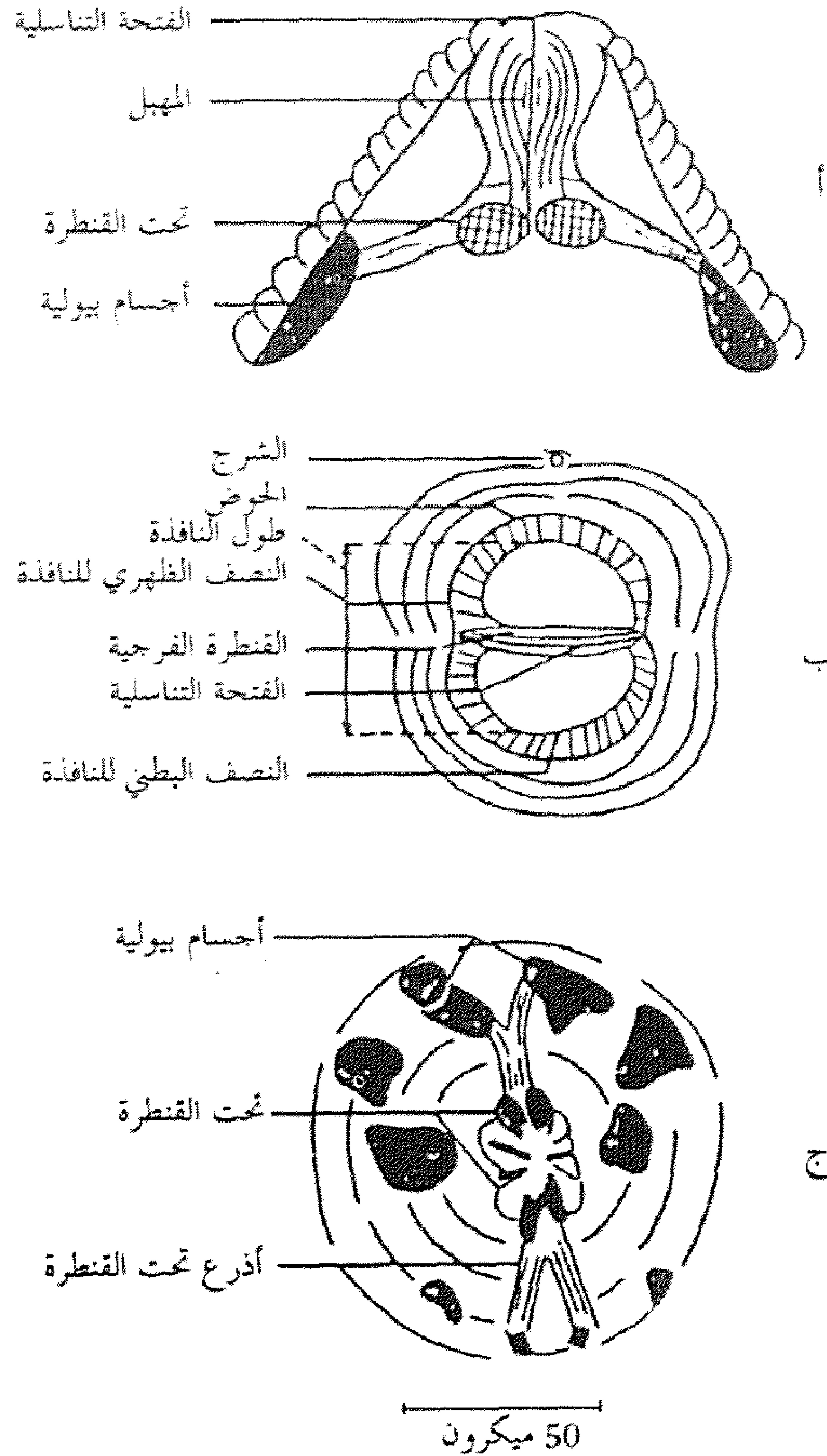
شكل **1**. الشكل العام لحوصلة نيماتودا الجنس *Globodera* (إلى اليمين): لاحظ الشكل الكروي والنهاية الخلفية المستديرة غير البارزة، وحوصلة نيماتودا الجنس *Heterodera* (إلى اليسار): لاحظ الشكل الليموني للحوصلة، وبروز كل من: النهاية الأمامية (الرقبة)، والنهاية الخلفية (القمع الفرجي).

(دوابة واليحيى، 2008)

2. مميزات الجنس *Heterodera*

يتميز الجنس *Heterodera* وبعض الأجناس الأخرى ليمونية الشكل من أجناس نيماتودا الحوصلات بوجود تركيب مميز في النهاية الخلفية البارزة للحوصلة يُعرف باسم القمع الفرجي Vulval cone، أوVulvar cone (شكل 2). ولهذا التركيب أهمية كبيرة جداً في التصنيف المورفولوجي لأنواع وأجناس نيماتودا الحوصلات. توجد الفتحة التناسلية Vulval slit في النهاية الطرفية للقمع الفرجي (شكل 2: أ)، وتحاط عادة بشفتين Vulval lip تكونان ما يعرف بالقنطرة الفرجية Vulval bridge. تمتد القنطرة الفرجية عبر النافذة Fenestra – التي تتألف من منطقة رقيقة الجدر تقع في نهاية القمع الفرجي- لتقسم هذه النافذة إلى نصفين متساويين أو غير متساويين يُسمى كل منهما بنصف النافذة Semifenestra (شكل 2: ب). وفي جميع أنواع نيماتودا الجنس *Heterodera* (ما عدا النوع *H. betulae*) نجد أن هناك نوعين من التركيب النافذي. الأول هو النوع Ambifenestrate، وفي هذا النوع يتحلل كلا القسمين من النافذة (نصفي النافذة) الموجودان على جانبي الفتحة التناسلية، فتتكون فتحتان، كل منهما على شكل نصف دائرة تفصلهما عن بعضهما قنطرة فرجية ضيقة أو متوسطة. أما النوع الثاني الذي يُعرف باسم Bifenestrate فيتحلل فيه أيضاً نصفا النافذة، ولكن ليتركا فتحتين، كل منهما على شكل دائرة كاملة أو أقل قليلاً، يفصلهما عن بعضهما قنطرة فرجية عريضة. وفي عديد من أنواع الجنس *Heterodera* نجد أن التركيب النافذي يحاط بحزمة من الكيوتيكل تعطي حوله شكل الحوض Basin (شكل 2: ب). وفي بعض الأنواع قد يبقى المهبل أو بعضاً من بقاياه داخل القمع الفرجي على شكل ثنيات أو طيات تشبه حفنة من الحب Sheaf of grains، ولذلك سميّ باسم "Sheaf-like organ"(Taylor, 1957) . وبعد ذلك تزداد بقايا المهبل في السمك والحجم، مكونة تركيباً يشبه البصلات القاعدية Basal bulb (Cooper, 1955)، أو العنق (cervix) (Thorne, 1961)، وهذا التركيب قد يكون مجوفاً في بدء تكوينه، إلا أنه لا يلبث أن يتصلب مكوناً ذراعين تمتدان عبر القمع الفرجي إلى أن تتصلا بجدار الحوصلة بنهايات ثنائية منفرجة، ويُعرف هذا التركيب كله باسم تحت القنطرة Underbridge (شكل 2: أ، ج). هناك أيضاً نوع آخر من التركيبات قد يوجد أو لا يوجد داخل القمع الفرجي،

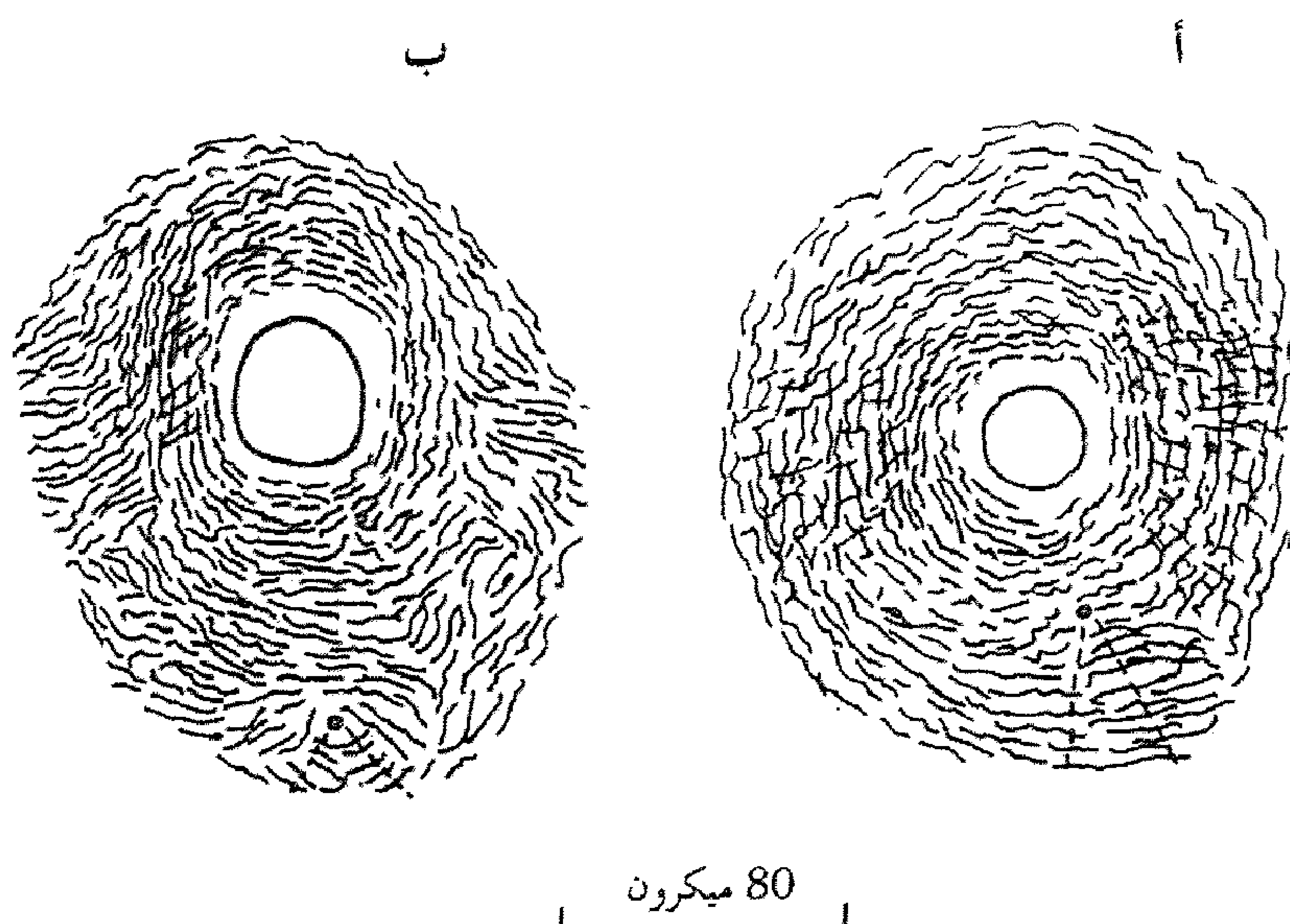
ويشكل وجوده أو عدم وجوده صفة تصنيفية هامة، وهو الأجسام البيولية Bullae، وهذه التركيبات عبارة عن أجسام داكنة تشبه البروزات أو الأصابع توجد ملتصقة بجدر الحوصلة داخل القمع الفرجي (شكل 2: أ، ج).



شكل 2. رسم تخطيطي للقمع الفرجي في نيماتودا حوصلات البرسيم *Heterodera trifolii* يوضح التركيبات المختلفة داخل القمع: أ) منظر جانبي يوضح المهبل وتحت القنطرة (underbridge)، ب) مقطع عرضي أفقي يوضح التركيب النافذي بنصفيه ومنطقة الحوض، ج) مقطع عرضي في منطقة تحت القنطرة يوضح أذرع تحت القنطرة والأجسام البيولية (bullae). (بتصرف عن: Golden, 1986)

3. مميزات الجنس *Globodera*

تتميز إناث وحوصلات الجنس *Globodera* بنهايتها الخلفية المستديرة غير البارزة (شكل 1)، وبالرغم من ذلك تحتوي هذه النهاية على تركيب يشبه القمع الفرجي في حوصلات الجنس *Heterodera* يحتوي عادة على أجسام بيولية، وقنطرة. ويبلغ طول الفتحة التناسلية حوالي 15 ميكرون، كما يحتوي القمع الفرجي لحوصلات الجنس *Globodera* على تدرنات ناتئة، وتركيب نافذي مستدير الشكل (circumfenestrate)، يختلف شكله في النوع *G. rostochiensis* عنه في النوع *G. pallida* (شكل 3).



شكل 3. القمع الفرجي cyst cone في نيماتودا حوصلات البطاطس:

أ) النوع *G. pallida*، ب) النوع *G. rostochiensis*.

(دوابة واليحيى، 2008)

4. نيماتودا الحوصلات المتطفلة على محاصيل الحبوب الصغيرة
Cyst nematodes of small grain cereals

هناك عدد من أنواع نيماتودا الحوصلات التي يمكنها أن تتطفل على بعض محاصيل الحبوب الصغيرة التي تنتمي إلى العائلة النجيلية (Family: Poaceae). ويوجد من هذه الأنواع في الوطن العربي ثلاثة أنواع تصيب القمح والشعير وبعض الحشائش النجيلية الأخرى وهي: *H. avenae* التي تسمى وتعرف أساساً بنيماتودا حوصلات الحبوب (cereal cyst nematode)، و*H. latipons* التي تعرف باسم نيماتودا حوصلات حبوب البحر المتوسط Mediterranean cereal cyst nematode، و*H. Filipjevi*.

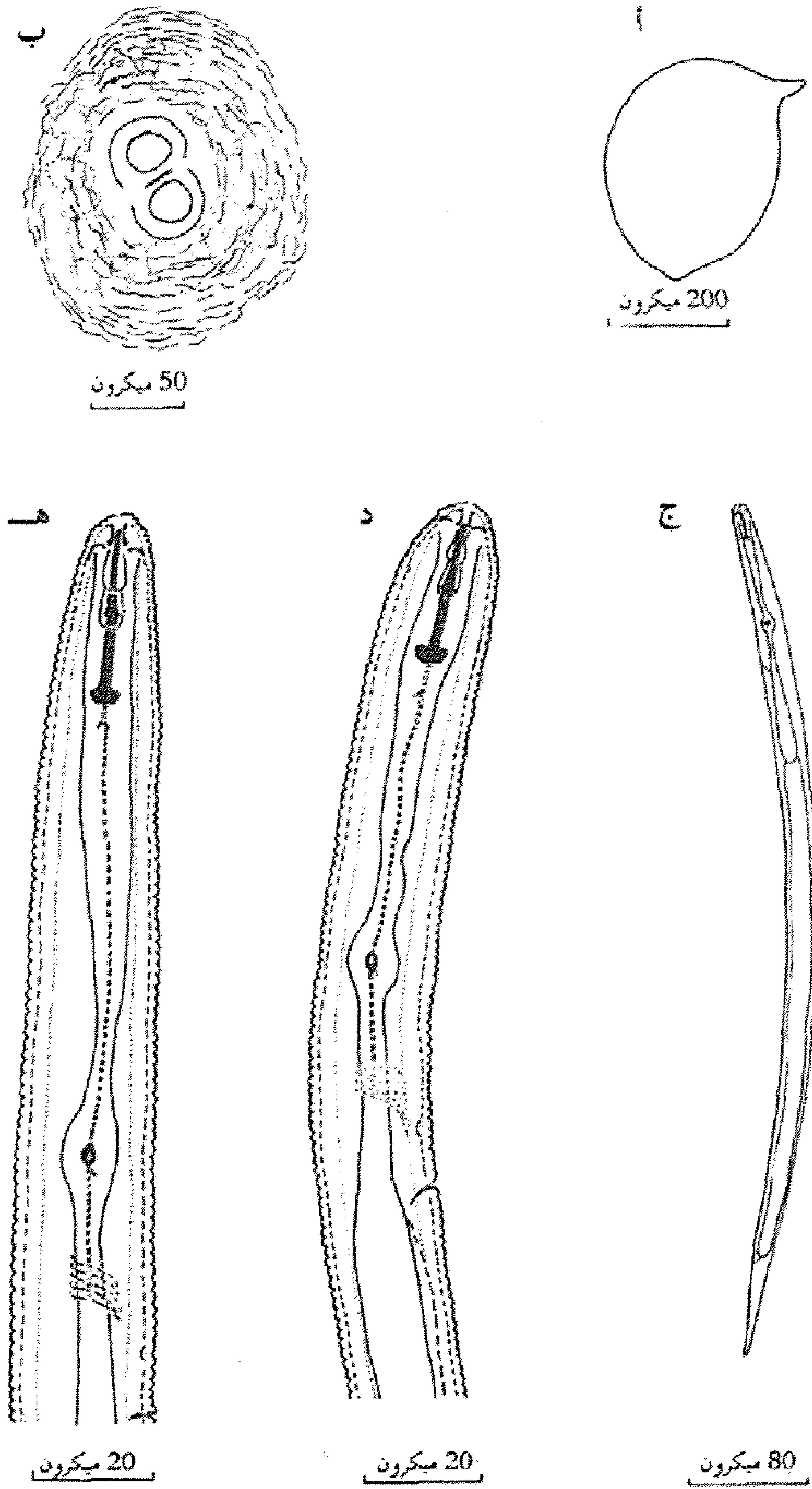
4- 1. نيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae*

تعد هذه النيماتودا (شكل 4) أخطر وأهم أنواع نيماتودا الحوصلات التي سجلت في الوطن العربي من الناحية الاقتصادية حتى الآن ، وهي واسعة الانتشار عالمياً، وتتطفل على العديد من محاصيل الحبوب النجيلية مسببة خسائر كبيرة في إنتاجيتها في مختلف أنحاء العالم. وقد أثبتت بعض الدراسات العربية أيضاً قدرة هذه النيماتودا على إحداث خسائر كبيرة في محصولي الحبوب والقش بزراعات القمح والشعير في العديد من البلدان العربية (رماح، 1994؛ Al-Hazmi *et al.*, 1999؛ Ibrahim (Dawabah) *et al.*, 1999؛ حسن، 2008). تحتفظ الأنثى بكل البيض بداخلها، ولا تضع كتلة جيلاتينية خارج جسمها، وإن كونتها لا تضع فيها بيض (شكل 5). تتحول الأنثى بعد موتها إلى حوصلة بيضاء اللون يتغير لونها بعد ذلك مباشرة من اللون الأبيض إلى البني الداكن أو الأسود عند النضج (شكل 5)، وتكون في بادىء الأمر محاطة بغلالة طباشيرية بيضاء اللون Subcrystallin layer. يتراوح طول الحوصلة بين 0,8 و1,2 مم، وعرضها بين 0,55 و0,9 مم. يحتوي القمع الفرجي على نصفي نافذة Semifenestra، وقنطرة bridge وأجسام بيولية Bullae عديدة وكثيفة، وفتحة تناسلية Vulval slit قصيرة (5,5- 11 ميكرون) (Ibrahim (Dawabah), 1989).

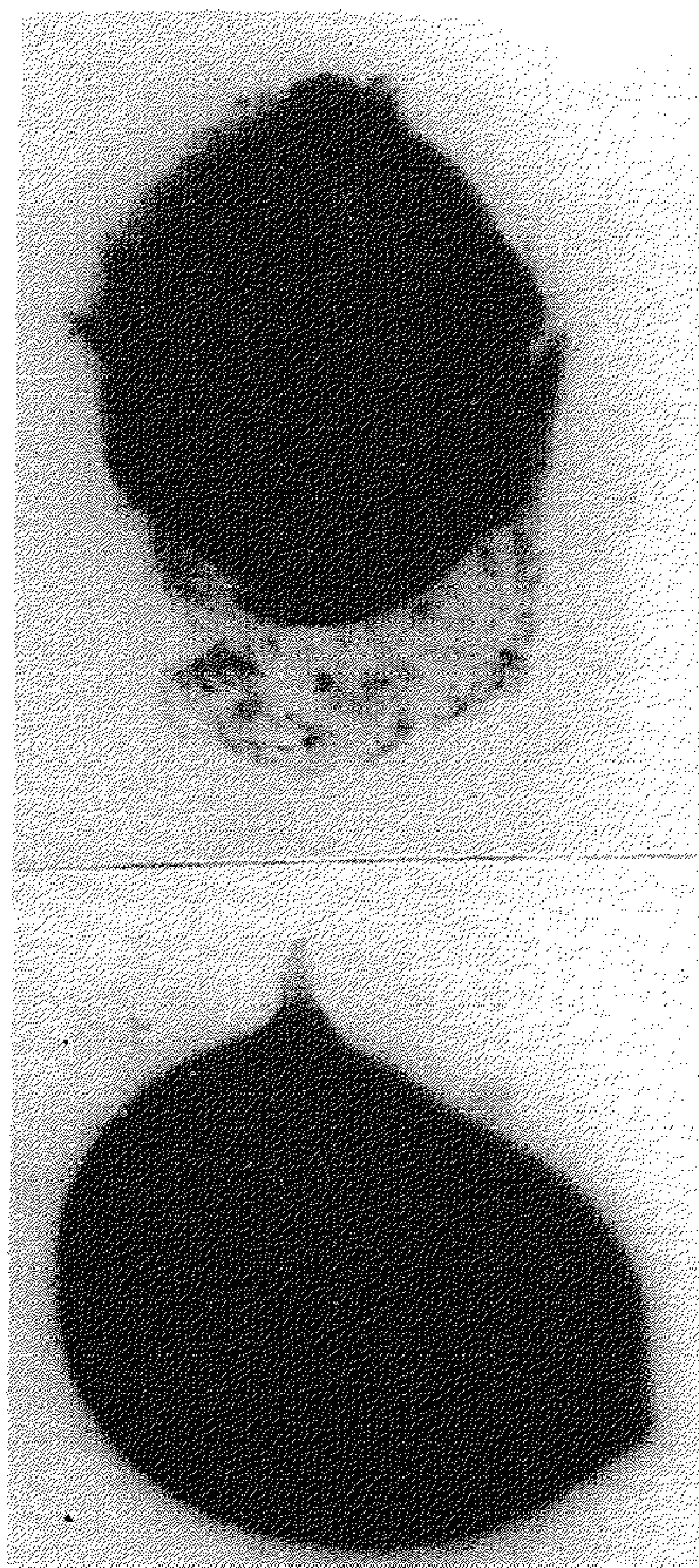
4- 1- 1. المدى العوائلي Host Range

تصيب هذه النيماتودا بعض المحاصيل والحشائش التي تنتمي إلى العائلة النجيلية (Family: Poaceae) مثل: القمح، والشعير، والشوفان، والشيلم، والذرة، والعديد من الحشائش النجيلية (Gair, 1965). أما في الوطن العربي، فقد سجلت على القمح *Triticum aestivum* في كل من: مصر (Ibrahim *et al.*, 1986,1988؛ Ibrahim (Dawabah), 1989)، وليبيا (Siddiqi and Khan, 1986)، والجزائر (مقابلي، 2006)، وتونس (Kachouri *et al.*, 2008)، والمغرب (رماح، 1994)، والسعودية (يوسف، 1987؛ Al-Hazmi *et al.*, 1994)، وسورية (Scholz, 2001؛ Abidou *et al.*, 2005)، وفلسطين المحتلة (Mor *et al.*, 1992). كما سُجلت على الشعير *Hordeum vulgare* في كل من: مصر (Ibrahim *et al.*, 1986؛ Ibrahim (Dwabah), 1989)، والسعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1994)، والجزائر (مقابلي، 2006)، وتونس (Kachouri *et al.*, 2008). وكذلك سُجلت على حشيشة الزمير (الشوفان البري) *Avena fatua* في مصر (Ibrahim (Dwabah), 1989)، وحشيشتي الشعير البري *Hordeum murinum*، والملتيمو (اللوليام) *Lolium multiflorum* في السعودية (Dawabah *et al.*, 2007).

وفي مصر، تمت دراسة (Ibrahim (Dawabah), 1989) المدى العوائلي لتلك النيماتودا على 19 صنفا نباتيا من القمح والشعير والذرة، ووجد أن جميع الأصناف المختبرة من القمح (جيزة 155، و جيزة 157، و جيزة 160، ومحلي، وسخا 8، وسخا 61، و سخا 69، وStork)، والشعير (جيزة 121، وصحراوي، وBonus، وCC 89، وCC 163) كانت أصنافاً قابلة للإصابة، بينما كانت أصناف الذرة (قاهرة 1، وهجين زوجي 202، وهجين زوجي 204، وهجين زوجي 215، وجيزة 2، وهجين ثلاثي 310) مقاومة. وفي السعودية، أوضحت دراسة للحازمي وآخرون (Al-Hazmi *et al.*, 1994) أن جميع الأصناف والسلالات المختبرة من القمح (West Bread، وYecora Rojo، و1-93-4 E، وL9)، والشعير (Beecher، و89 CC، وJusto، و640 Lignee) كانت أصنافاً قابلة للإصابة بهذا النوع من النيماتودا.



شكل **4**. نيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae*. أ) أنثى ناضجة، ب) قطاع في القمع الفرجي للحوصلة، ج) طور يرقي ثاني، د) مقدمة جسم الطور اليرقي الثاني، هـ) مقدمة جسم الذكر. (دوابة واليحيى، 2008)



شكل **5**. أنثى نيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae* وكتلة جيلاتينية تضع فيها البيض (الصورة العليا)، والحوصلة الناضجة (الصورة السفلى).
(Ibrahim (Dawabah), 1989)

4- 1- 2. الطرز الإمراضية Pathotypes

بالرغم من أنه قد أمكن تمييز هذا النوع من النيماتودا إلى 13 طرازاً إمراضياً Pathotypes على مستوى العالم، وذلك باستخدام اختبار دولي قياسي للعوائل المفرقة Internationl Host Assortment Test يستخدم فيه أصنافاً معينة من الشعير والشوفان والقمح (Rivoal and Cook, 1993)، إلا أن الدراسات المشابهة لذلك في الوطن العربي

كانت محدودة، واقتصرت على بعض العشائر السعودية فقط، حيث قام الحازمي وإبراهيم (دوابة) بالاشتراك مع العالم البريطاني روجر كوك بإجراء سلسلة من التجارب في الرياض ولندن، باستخدام نفس الاختبار المشار إليه، على ثلاث عشائر من النوع *H. avenae*، جمعت من مناطق: الرياض، وحائل، والقصيم. وقد أثبتت جميع تلك الاختبارات أن العشائر المختبرة لا تختلف في قدرتها الإمراضية عن بعضها البعض، وأنها جميعها تتبع طراز إمراضي واحد قريب الصلة جداً من الطراز الأوروبي Ha21، وإن كان لا يماثله تمام التماثل (Cook and Al-Hazmi, 1997؛ الحازمي وابراهيم (دوابة)، 2000؛ Al-Hazmi *et al.*, 2001). أما على مستوى الدراسات الجينية، فقد وجد أن هناك اختلافات جينية طفيفة بين بعض عشائر تلك النيماتودا، التي تم جمعها من منطقتي الرياض والقصيم بوسط المملكة العربية السعودية (Al-Rehiayani and Motawei, 2003؛ Al-Rehiayani, 2007).

4- 1- 3. أعراض الإصابة Disease symptoms

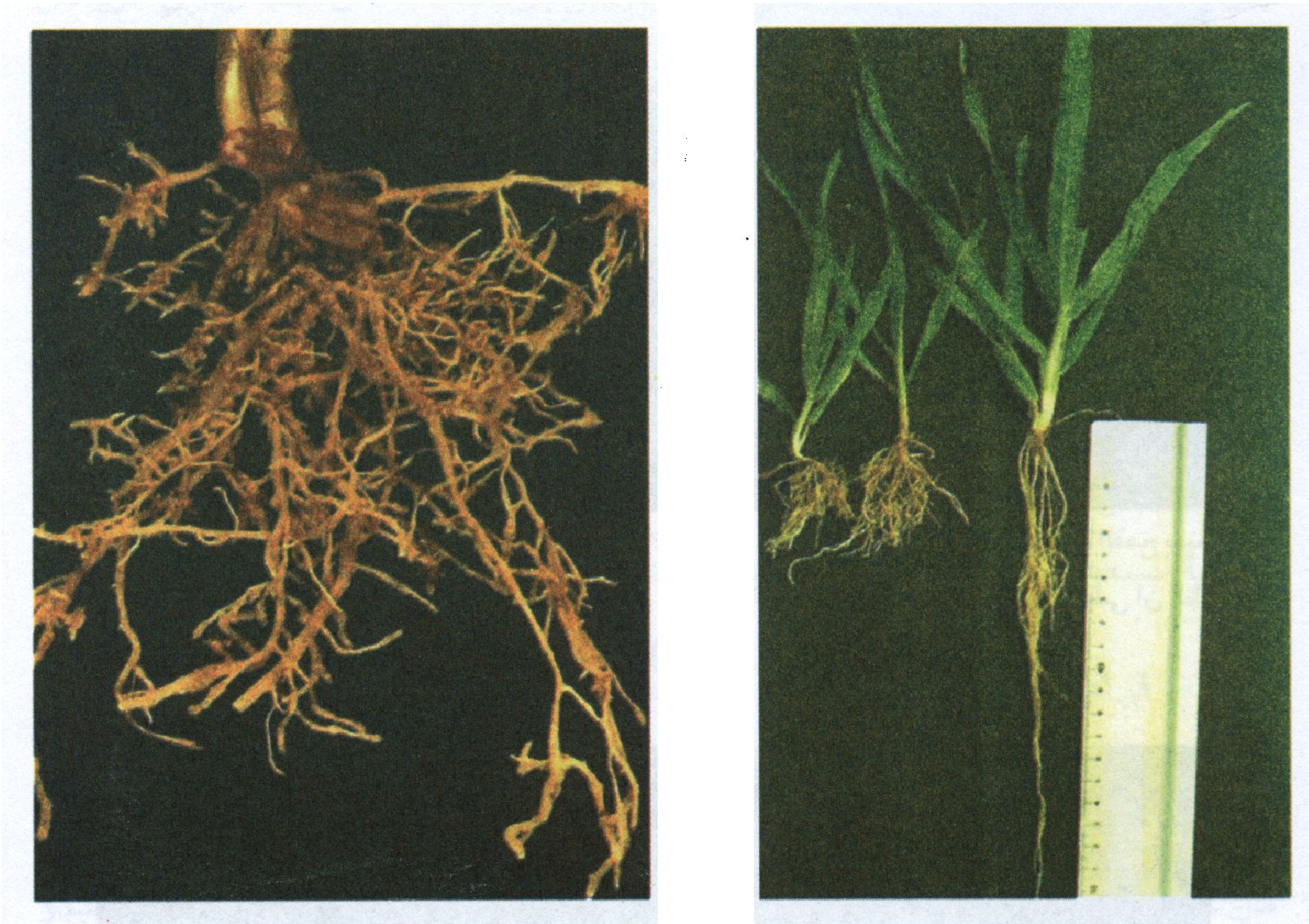
تظهر مواقع الإصابة في حقول القمح حديثة التلوث بهذه النيماتودا بشكل بقع صفراء متناثرة تبعاً لأماكن وجود النيماتودا (شكل 6)، وذلك في المراحل الأولى من عمر النباتات. وعند الاقتراب من هذه البقع يلاحظ غياب الكثير من النباتات، وتبدو النباتات الموجودة صفراء اللون، ضعيفة، متقزمة، عديمة أو قليلة الخلفات (شكل 7)، لا تكون سنابل، أو تكون سنابل ضعيفة تحتوي على عدد قليل من الحبوب الضامرة. وقد تذبل هذه النباتات وتموت إذا كان معدل التلوث بالنيماتودا في التربة مرتفعاً. أما الجذور المصابة فإنها تحتوي على عدد أكبر من الجذيرات مقارنة بالجذور السليمة (شكل 8)، وجذيراتها متقصفة، خشنة، منتفخة الأطراف نتيجة لغزو النيماتودا لها. وبمرور الوقت، تكتمل دورة حياة النيماتودا، وتظهر الإناث والحوصلات البيضاء التي يمكن مشاهدتها عالقة على الجذور من الخارج بعد حوالي 56- 77 يوماً من الزراعة (شكل 9) (Ibrahim (Dawabah), 1989؛ Al-Hazmi *et al.*, 1994؛ اليحيى وآخرون، 1997؛ إبراهيم (دوابة) وآخرون، 1999؛ حسن، 2008).



شكل **6**. أعراض الإصابة بنيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae* في أحد حقول القمح بمنطقة القصيم، المملكة العربية السعودية (1999). لاحظ البقع الصفراء المتناثرة التي تدل على أن التلوث بالنيماتودا قد وصل حديثاً إلى هذا الحقل. (من مجموعة: أحمد عبد السميع دوابة)



شكل **7**. أعراض الإصابة بنيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae* على نباتات القمح صنف "Yecora Rojo" في أحد حقول القمح بمنطقة الرياض، المملكة العربية السعودية (1996) في المراحل الأولى من الإصابة وعمر النبات. لاحظ غياب الكثير من النباتات، وخروج الأخرى صفراء ضعيفة، عديمة أو قليلة الخلفات. (اليحيى وآخرون، 1997)



شكل 8. أعراض الإصابة بنيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae* على جذور القمح صنف "Yecora Rojo" في أحد حقول القمح بمنطقة الرياض، المملكة العربية السعودية (1996) في المراحل الأولى من الإصابة وعمر النبات. الصورة اليمنى: جذر قمح سليم (إلى اليمين)، وجذري قمح مصابين (إلى اليسار). لاحظ زيادة عدد الجذيرات في الجذور المصابة، وتقصف وانتفاخ أطرافها، مقارنة بجذيرات الجذر السليم. الصورة اليسرى: لقطة مكبرة للجذر المصاب توضح أعراض الإصابة.

(اليحيى وآخرون، 1997؛ إبراهيم (دوابة) وآخرون، 1999)





شكل 9. أعراض الإصابة بنيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae* على جذور القمح صنف "Yecora Rojo" في أحد حقول القمح بمنطقة الرياض، المملكة العربية السعودية (1996) بعد 56 – 77 يوماً من الزراعة. إلى اليمين: الحوصلات البيضاء للنيماتودا عالقة على الجذر من الخارج. وإلى اليسار: صورة مكبرة للحوصلات البيضاء للنيماتودا عالقة على بعض جذيرات القمح.

(اليحيى وآخرون، 1997؛ إبراهيم (دوابة) وآخرون، 1999)

4- 1- 4. الحياتية ودورة الحياة Biology and life cycle

تحتوي الحوصلات بمجرد سقوطها من النبات إلى التربة على 200- 500 بيضة، حسب حجم الحوصلة. يمر البيض بفترة من السكون قوامها شهرين أو أكثر قبل أن يصبح قادراً على الفقس. يحدث الفقس غالباً عند درجة حرارة 4 – 25°م، وتعد درجة حرارة 10°م هي الدرجة المثلى لحدوث الفقس. وبالرغم من أن البيض يفقس تلقائياً في هذا النوع من النيماتودا عند توفر الرطوبة والجو البارد، إلا أن هناك من يرى أن إفرازات الجذور النجيلية قد تلعب دوراً في زيادة نسبة أو معدل الفقس. يتكون الطور اليرقي الأول وينسلخ إلى الطوراليرقي الثاني داخل البيضة، ثم تفقس نسبة من البيض – وليس كل البيض – إلى الطور اليرقي الثاني، وهو الطور المعدي الذي يخترق جذور النباتات القابلة للإصابة في منطقة الاستطالة خلف القمة النامية مباشرة. تسكن اليرقات بعد ذلك عن الحركة في نسيج القشرة بالجذر واضعة رؤوسها بالقرب من البشرة الداخلية للجذر (الإندودرمس endodermis) حيث تقوم بالتغذية على الخلايا المغذية Cyncytia التي تستحث تكوينها حول رؤوسها، وهي خلايا عديدة الأنوية غنية بالمواد الغذائية اللازمة لتغذية وتطور النيماتودا، وقد يطلق عليها أيضاً اسم الخلايا الناقلة Transfer cells. وكما هو الحال في جميع نيماتودا الحوصلات بوجه عام، تنسلخ يرقات الطور الثاني ثلاث مرات حتى تصل إلى طور الإناث الكاملة منتفخة الشكل، أو الذكور الكاملة دودية الشكل. تمضي النيماتودا جيلاً واحداً في العام، أو جيلاً واحداً على كل محصول، بصرف النظر عن ظروف المناخ السائد. ومن الملاحظ أن بيض النيماتودا التي تعيش في الأجواء الجافة يكون متأقلماً لمقاومة الجفاف على عكس تلك التي تعيش في تربة المناطق المعتدلة.

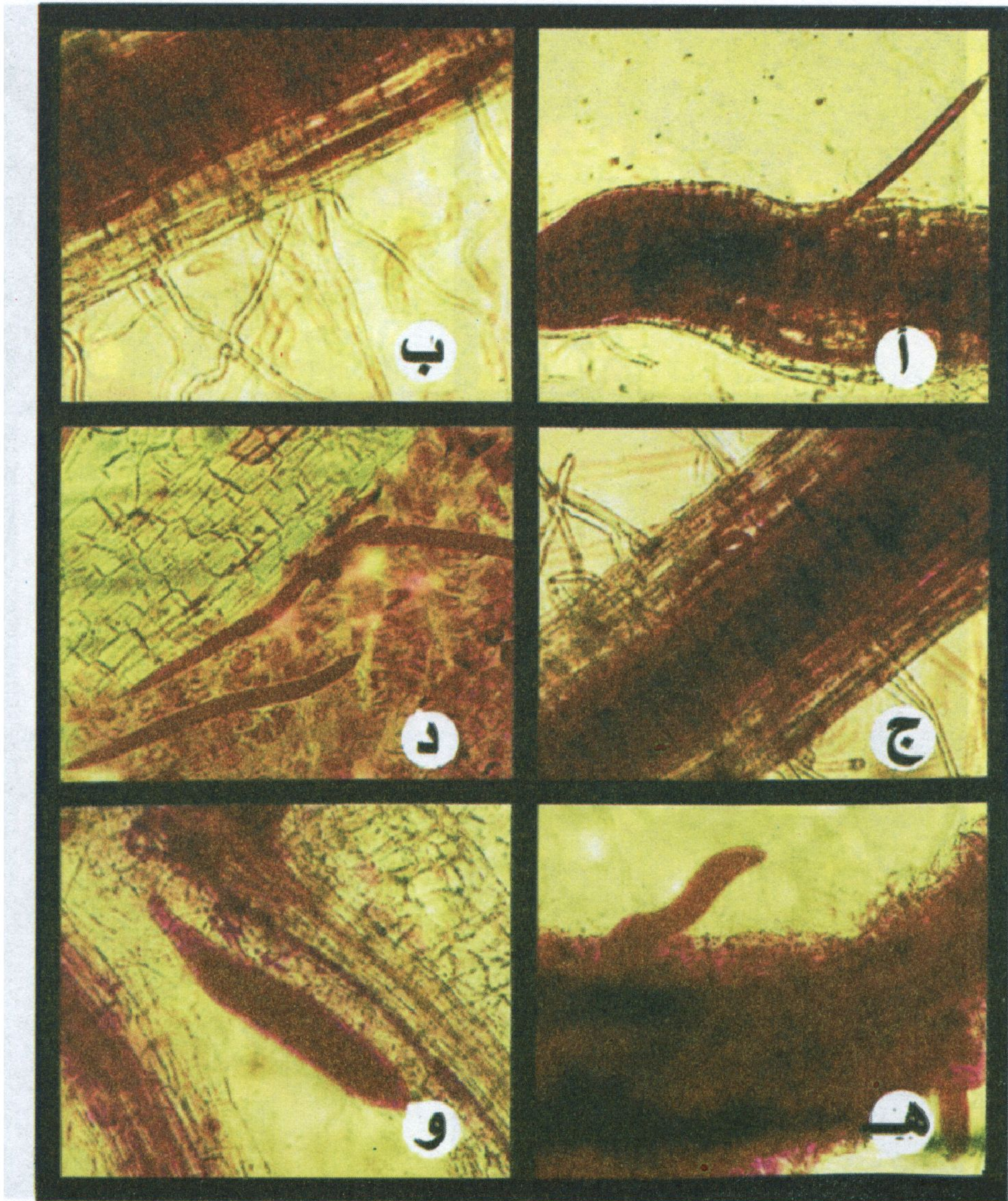
أجريت دراسة لتتبع مراحل تطور هذه النيماتودا على القمح في أصص مملوءة بتربة ملوثة طبيعياً بالنيماتودا جمعت من أحد حقول القمح التابعة لزمام مركز رشيد بجمهورية مصر العربية (Ibrahim (Dawabah), 1989)، كما أجريت دراسة أخرى لتتبع مراحل هذا التطور على القمح والشعير تحت الظروف الحقلية في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1997). وفي سورية، تمت متابعة تطور هذه النيماتودا على القمح في أصص تحتوي على تربة معقمة تم تلويثها بالنيماتودا بمعدل 10 بيضة ويرقة/جم

تربة (حسن، 2008). وقد أسفرت نتائج هذه الدراسات جميعاً عن أن دورة الحياة في هذه النيماتودا تستغرق، منذ زراعة الحبوب في الحقل أو التربة الملوثة بالنيماتودا وحتى الوصول إلى طور الحوصلات البيضاء المتلئة بالبيض، حوالي 70- 77 يوماً على نباتات القمح (Ibrahim (Dawabah), 1989؛ Al-Hazmi *et al.*, 1997؛ حسن، 2008)، و64 يوماً على الشعير (Al-Hazmi *et al.*, 1997). ونظراً لتشابه مراحل تطور النيماتودا في تلك الدراسات، فسنكتفي بتتبع مراحل تطور النيماتودا على القمح والشعير تحت الظروف الحقلية بالمملكة العربية السعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1997). وفي هذه الدراسة، شوهدت يرقات الطور الثاني (J_2) داخل جذور القمح والشعير في غضون الأسبوع الأول من الزراعة. تركزت مناطق اختراق يرقات النيماتودا في المنطقة النامية للجذيرات أو خلفها بقليل في منطقة الاستطالة (شكل 10: أ). تتجول اليرقات بعد ذلك بين الخلايا في نسيج القشرة بالجذور المصابة حتى تسكن موازية أو متعامدة على الأسطوانة الوعائية، ورؤوسها مستقرة داخل أنسجة الحزم الوعائية حيث تكون الخلايا المغذية Cyncytia اللازمة لتغذيتها وتطورها (شكل 10: ب – د). وبعد فترة من التغذية تنسلخ اليرقات إلى الطور اليرقي الثالث (J_3) (شكل 10: هـ & و)، وذلك بعد 19 و15 يوماً من الزراعة، في جذور القمح والشعير، على الترتيب. تتميز اليرقات في هذا الطور بأنها أكبر حجماً وقطراً من يرقات الطور الثاني، كما تبدأ الغدد التناسلية في الظهور قرب منطقة الذيل على شكل الحرف اللاتيني V. انسلخت يرقات الطور الثالث بعد ذلك إلى الطور الرابع (J_4) دورقي الشكل (شكل 10: ز & ح) بعد 37 و27 يوماً من الزراعة، داخل جذور القمح والشعير، على الترتيب. وفي هذا الطور بدأت نهاية الذيل تميل إلى الاستدارة في اليرقات الإناث، كما تطورت المبايض وازدادت في الحجم. انسلخت يرقات الطور الرابع الانسلاخ الرابع والأخير، وشوهدت الذكور والإناث الكاملة (شكل 10: ط & ي) بعد 49 و42 يوماً من الزراعة، في جذور القمح والشعير، على الترتيب. غادرت الذكور في ذلك الحين مهاجرة الجذور إلى التربة، ثم شوهدت الإناث الكاملة ليمونية الشكل ذات المبايض الملتفة والمنعكسة (شكل 10: ك) بعد 56 و49 يوماً من الزراعة، داخل جذور القمح والشعير، على الترتيب. شوهدت الحوصلات البيضاء المتلئة بالبيض (شكل 10: ل) عالقة على جذور القمح

والشعير من الخارج بعد 74 و64 يوماً من الزراعة، على الترتيب (Al-Hazmi *et al.*, 1997). يزداد تصلب الكيوتيكل ويتحول لونه إلى البني الغامق لتتحول الحوصلات إلى طور الحوصلات البنية التي تسقط من الجذور إلى التربة، وتبقى فيها محتفظة بالبيض، ومقاومة للظروف البيئية غير المناسبة، وذلك بعد حوالي 84 يوماً من الزراعة (Ibrahim (Dawabah), 1989). ومن مميزات التطور في هذه النيماتودا أيضاً أن الإناث تكون البيض وتحتفظ به كله بداخلها، ولا تكون كتلة جيلاتينية خارج الجسم لتضع فيها البيض أو جزءاً منه، وإن كونتها فلا تضع فيها بيض (Ibrahim (Dawabah), 1989). كما تلعب الذكور دوراً أساسياً في إخصاب البيض (Rivoal and Cook, 1993).

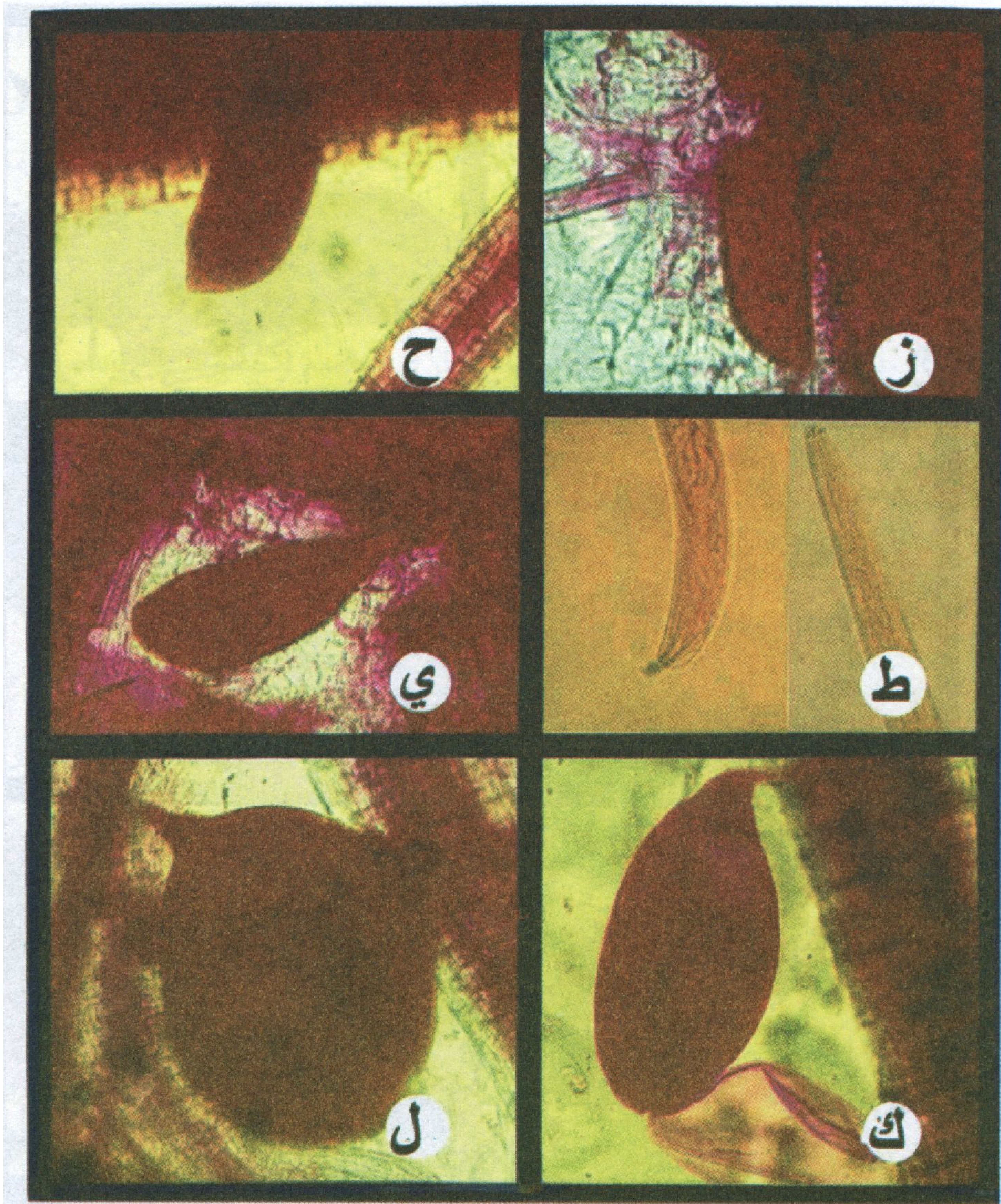
4- 1- 5. الضرر والفقد في المحصول Damage and yield losses

يعتمد الضرر الذي تحدثه الإصابة بنيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae* في النباتات المصابة على الكثافة الابتدائية للنيماتودا بالتربة وقت الزراعة في المقام الأول. ثم تتفاوت بعد ذلك مستويات هذا الضرر باختلاف كل من: نوع التربة ومحتواها من المواد والعناصر الغذائية (Nicol, 2002)، ومعدل سقوط الأمطار، والصنف النباتي، والطراز الإمراضي للنيماتودا (Rivoal and Cook, 1993 ؛Rivoal and Sarr, 1988). وعموماً تزداد شدة الضرر على نباتات القمح الشتوي في الموسم البارد الذي يعقب فصل صيف حار، وخاصة إذا وافق ذلك، ظروف جفاف وإجهاد مائي للنباتات، وارتفاع في درجة الحرارة في منتصف موسم النمو (Barker and Noe, 1987)، وكذلك وجود أو عدم وجود مسببات مرضية أخرى (Taheiri *et al.*, 1994)، وعدم اتباع نظام الدورة الزراعية (Smiley, 2005 ؛Brown, 1987)، والتوافق بين فقس النيماتودا وموعد زراعة البذور في التربة (Rivoal and Cook, 1993). وقد يعوض الهطول المطري الغزير أثناء موسم النمو من الخسائر الناتجة عن الإصابة بتلك النيماتودا (Amir and Sinclair, 1996؛ Scholz, 2001).



شكل 10. تطور نيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae* داخل جذور القمح صنف "Yecora Rojo" في أحد حقول القمح بمنطقة الرياض، المملكة العربية السعودية (1997): أ- طور يرقي ثان (J_2) يخترق الجذر خلف منطقة القمة النامية، ب & ج- الطور اليرقي الثاني (J_2) داخل نسيج القشرة ورأسه قريب من نسيج الأسطوانة الوعائية، د- عدة يرقات طور ثان (J_2) داخل النسيج المرستيمي للجذر، هـ- طور يرقي ثالث (J_3) و- طور يرقي ثالث متقدم (late J_3).(جميع الأطوار اليرقية مصبوغة بطريقة الفوكسين الحامضي واللاكتوفينول).

(Al-Hazmi *et al*., 1997)



تابع شكل 10. تطور نيماتودا حوصلات الحبوب *Heterodera avenae* داخل جذور القمح صنف "Yecora Rojo" في أحد حقول القمح بمنطقة الرياض، المملكة العربية السعودية (1997): ز- طور يرقي رابع (J_4) دورقي الشكل داخل نسيج القشرة ورأسه داخل الأسطوانة الوعائية، ح- طور يرقي رابع متقدم (late J_4) ، ط- مقدمة ومؤخرة جسم الذكر، ي- أنثى كاملة حديثة العمر، ك- أنثى بيضاء ممتلئة بالبيض، ل- حوصلة بيضاء ممتلئة بالبيض.(جميع الأطوار اليرقية مصبوغة بطريقة الفوكسين الحامضي واللاكتوفينول).

(Al-Hazmi *et al*., 1997)

وقد وجد في بعض الدراسات أنه كلما زادت الكثافة العددية الابتدائية للنيماتودا في التربة بما يعادل 10 بيضات/جم تربة أدى ذلك إلى فقد في محصول الحبوب في كل من القمح والشعير بما يعادل 180 و75 كجم/هكتار، على الترتيب (Dixon, 1969). وفي استراليا، وجد أن محصول حبوب القمح والشعير ينخفض بما يعادل 20٪ عند مستوى كثافة 2 بيضة ويرقة/جم تربة، ويصل هذا الفقد إلى 40٪ إذا وصلت كثافة النيماتودا إلى مستوى 16 بيضة ويرقة/جم تربة (Meagher and Brown, 1974). وعموما يتراوح حد الضرر الاقتصادي لهذه النيماتودا في الدول ذات المناخ الحار أو المعتدل شبه الجاف في آسيا بين 5 و20 بيضة ويرقة/جم تربة (Gill and Swarup, 1971؛ Dhawan and Nagesh, 1987). أما على مستوى الدول العربية، فلقد جرت دراسة حقلية في المملكة العربية السعودية أوضحت نتائجها أنه كلما زادت الكثافة العددية للنيماتودا بالتربة من 11 وحتى 40 بيضة ويرقة/جم تربة، انخفض معنوياً كلاً من: عدد ووزن السنابل/نبات، ووزن ألف حبة في نباتات القمح (صنف Yecora Rojo) والشعير (صنف Justo) المصابة، وتدرج الانخفاض في محصول حبوب القمح من 40 إلى 92٪، وفي محصول حبوب الشعير من 17 إلى 77٪، كما تدرج الانخفاض في محصول قش القمح من 50 إلى 85٪، وفي محصول قش الشعير من 30 إلى 70٪ (Ibrahim (Dawabah) *et al.*, 1999) . وفي دراسة مشابهة في تونس (Kachorui *et al.*, 2008)، وجد أنه كلما زادت الكثافة الابتدائية للنيماتودا من 11 وحتى 48 بيضة ويرقة/جم تربة، انخفض معنوياً كل من: عدد السنابل/نبات، ووزن الحبوب/سنبلة في نباتات القمح (صنف كريم) والشعير (صنف ريحاني) المصابة، وتدرج الفقد في محصول حبوب القمح من 26 إلى 96٪، وفي محصول حبوب الشعير من 19 إلى 86٪. وفي دراسة حقلية مشابهة أيضاً في سورية، وجد أنه كلما زادت الكثافة الابتدائية للنيماتودا في التربة من 15 إلى 40 بيضة/جم تربة، تدرج الفقد في محصول حبوب القمح من 12 إلى 57٪، كما تدرج الفقد في محصول قش القمح من 8 إلى 52٪ (حسن، 2008). وفي اختبار أصص بالسعودية، وجد أنه كلما زادت الكثافة الابتدائية للنيماتودا في التربة، زاد الانخفاض في كل من محصول ومؤشرات النمو النباتية لنباتات القمح (Al-Hazmi *et*

(*al*., 1999) . وفي المملكة المغربية، وجد أن هذه النيماتودا تسبب فقداً في محصول القمح يقدر بحوالي 40- 50٪ (رماح، 1994).

ويمكن إرجاع الأضرار والخسائر التي تسببها نيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae* في النباتات المصابة إلى التأثير السلبي لهذه النيماتودا في العديد من الجوانب الفسيولوجية لتلك النباتات. حيث تؤدي الإصابة بالنيماتودا إلى انخفاض وزن المجموع الخضري في مرحلتي طرد السنابل والطور العجيني من مراحل تطور النباتات المصابة (Al-Yahya *et al*., 1998؛ Holdman and Watson, 1977؛ Kort, 1972). أما وزن الجذور فإنه يزداد منذ بدء الإصابة وحتى طور طرد السنابل (Al-Yahya *et al*., 1998)، وذلك كمحاولة من النبات لتعويض الجذيرات المصابة (Holdman and Watson, 1977)، ثم يعود إلى الانخفاض مرة أخرى في مرحلة الطور العجيني، وذلك لانهيار وموت جزء كبير من الجذيرات المصابة نتيجة للعمليات الأيضية والتغيرات التشريحية المختلفة التي تحدثها النيماتودا داخل هذه الجذور (Amir and Sinclair, 1996). ويلاحظ أيضاً ازدياد المحتوى المائي للمجموع الخضري في النباتات المصابة في مرحلتي طرد السنابل والطور العجيني، مع ازدياد في درجة حرارة تلك النباتات مقارنة بالنباتات السليمة (Al-Yahya *et al*., 1998). ويعزى ذلك إلى انخفاض التحكم المسامي في النباتات المصابة مما يقلل من معدل النتح الورقي (Amir and Sinclair, 1996)، وبالتالي التبخير المُبرِّد للأوراق، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارتها (Kirkpatrick *et al*., 1995). وعلى العكس من ذلك، ينخفض المحتوى المائي للجذور المصابة في مرحلة طرد السنابل، ثم يزداد مرة أخرى في مرحلة الطور العجيني (Al-Yahya *et al*., 1998)، وذلك بسبب تمزق أنسجة الخشب بالجذور المصابة، وتراكم المادة الجافة والتليف العالي للجذور المصابة (Shephered and Huck, 1989؛ Dorhout *et al*., 1991). وتؤدي الإصابة أيضاً بهذا النوع من النيماتودا إلى انخفاض محتوى الأوراق من مادة الكلوروفيل، ومن ثم إلى انخفاض معدل التمثيل الضوئي، مما ينعكس سلباً على كمية ونوعية الحبوب المتكونة في السنابل. كما ينخفض أيضاً محتوى المجموع الخضري للنباتات المصابة من عناصر النيتروجين، والبوتاسيوم، والحديد، والمنجنيز، والنحاس، بينما يزداد عنصر الزنك في الحبوب (Al-Yahya *et al*., 1998).

تحدث الإصابة أيضاً تغيراً في محتوى الجذور من البروتينات الذائبة، وذلك في المراحل الأولى من حدوث الإصابة، حيث يتراكم تركيز الجلوتينين glutinin في المنطقة النامية وكذلك أنسجة القشرة بتلك الجذور، ثم يتناقص هذا التركيز تدريجياً ببطء مع مرور الوقت (Oka *et al.*, 1997).

4- 1- 6. البقاء Survival

من المعروف أن البيض الموجود داخل الحوصلات في هذا النوع من النيماتودا حساس جداً للجفاف، فإذا تعرض هذا البيض إلى فترات طويلة من الجفاف فإن جزءاً كبيراً منه يفقد القدرة على الفقس. وبالرغم من ذلك، ثبت أن العشائر الموجودة من هذه النيماتودا في المناطق المدارية والحارة كما في الهند، وفلسطين المحتلة، والمملكة العربية السعودية (على سبيل المثال) قد اكتسبت القدرة على الاحتفاظ بحيوية الكثير من بيوضها حتى بعد مرورها بفترات الصيف الجافة الطويلة، فإذا ما انخفضت درجات الحرارة إلى الحد المناسب للفقس بعد ذلك، فقس البيض وخرجت يرقات الطور الثاني القادرة على العدوى وإحداث المرض (Dawabah, unpubl. ؛Minz, 1956). وعموماً، هناك بعض الدراسات العالمية التي تؤكد قدرة هذه النيماتودا على التكيف الحيوي والجغرافي مع الظروف البيئية المختلفة (Scholz, 2001 ؛Holdman and Watson, 1977).

4- 1- 7. طرق الانتشار Dissemination

تنتشر النيماتودا وتنتقل من حقل ملوث إلى آخر غير ملوث عن طريق التربة الملوثة، سواءً نقلت هذه التربة بواسطة الإنسان، أو مع البذور أو الدرنات غير النظيفة، أو مع عجلات الآلات الزراعية، أو مع مياه الري، أو مع الرياح، حيث يمكن للرياح الشديدة أن تحمل معها حبيبات التربة المختلطة بحوصلات النيماتودا من مكان إلى آخر (Meagher, 1972؛ Smiley, 2005). وفي دراسة سعودية، ثبت أن درنات البطاطس غير النظيفة المنتجة في حقول ملوثة بنيماتودا حوصلات الحبوب تحمل في طيات شقوقها وعلى سطوحها الأتربة المختلطة بحوصلات النيماتودا، وعند زراعة هذه الدرنات في حقول خالية من النيماتودا، فإن

هـذه الحوصـلات تـسقط في التربـة وتـستقر بهـا، حتـى إذا كـان موسـم زراعـة القمـح أو المحصول القابـل للإصـابة، فقست اليرقـات وخرجـت مّن الحوصـلات لتـصيب جـذور هـذا المحصول، وتكمل دروة حياتها، وهكذا تستوطن هذا المكان الجديد(Dawabah and Al-Hazmi, 2007) . وبنفس الطريقة، وصلت هـذه النيماتودا محمولة علـى درنـات البطاطس المعدة للاستخدام كتقاوي إلى بعض الولايات الأمريكية (Smiley *et al.*, 1994؛ Smiley, 2005)

4- 2. نيماتودا حوصلات حبوب البحر المتوسط *Heterodera latipons*

في عـام 1969 (Franklin, 1969) أشـار إلى وجـود وانتـشار نيمـاتودا حوصـلات الحبوب من النوع *H. latipons* في زراعات محاصيل الحبوب في معظم بلدان منطقة حوض البحـر المتوسـط بـشكل عـام، ولـذلك أسماهـا بنيمـاتودا حوصـلات حبـوب البحـر المتوسـط Mediterranean cereal cyst nematode (Philis, 1997). وبـالرغم مـن ذلـك، فقد سـجل هـذا النـوع مـن النيمـاتودا أيـضاً في بعض بلـدان شمـال وشـرق أوروبـا، وأمريكـا، والـشرق الأدنى والأوسط، وجنـوب أفريقيـا، واليابـان (Greco *et al.*, 2002؛ Davis and Venette, 2004).

4- 2- 1. المدى العوائلي Host Range

في البلدان العربية، سُجل النوع *H. latipons* على نباتات الشعير في كل مـن: مـصر (Oteifa, 1987)، والأردن (العابـد وآخـرون، 2000)، وتـونس، وليبيـا (Franklin, 1969؛ Sikora, 1987)، والجزائـر (Mokabli *et al.*, 2002)، وفلسطين المحتلة (Franklin, 1969؛ Kort, 1972؛ Mor *et al.*, 1992)، ولبنـان (Greco *et al.*, 2002)، وسـورية (Sikora and Oostendorp, 1986؛ Saxena *et al.*, 1988). كما سُجل علـى القمـح أيـضاً في مـصر (Oteifa, 1987)، وتـونس (Kort, 1972؛ Franklin, 1969؛ Sikora, 1987)، وسـورية (Sikora and Oestendrop, 1986؛ Saxena *et al.*, 1988)، وعلـى الشوفان

Avena fatua في الجزائر (Mokabli *et al.*, 2002)، وعلى حشيشة الكناري *Phalaris* sp. في فلسطين المحتلة (Mor *et al.*, 1992).

4- 2- 2. الضرر والفقد في المحصول Damage and Yield Losses

أدى تلوث التربة في أحد الحقول السورية بنيماتودا الحوصلات *H. latipons* بمعدل 5- 10 بيضة ويرقة/جم تربة إلى حدوث فقد في محصول قش الشعير والقمح القاسي بنسبة 16- 18% (Scholz, 2001).

4- 3. نيماتودا حوصلات الحبوب من النوع *Heterodera filipjevi*

لا ينتشر هذا النوع – الذي كان يُعرف من قبل كسلالة "Gotland" للنوع *H. avenae* (Ferris *et al.*, 1999 ؛Bekal *et al.*, 1997) – كثيراً في بلدان الوطن العربي ، وإنما تم تسجيله حديثاً فقط على نباتات القمح في سورية (Abidou *et al.*, 2005؛ حسن، 2008). وليست هناك حتى الآن دراسات كافية حول تحديد مدى خطورة هذا النوع وتأثيره على نباتات القمح المصابة هناك.

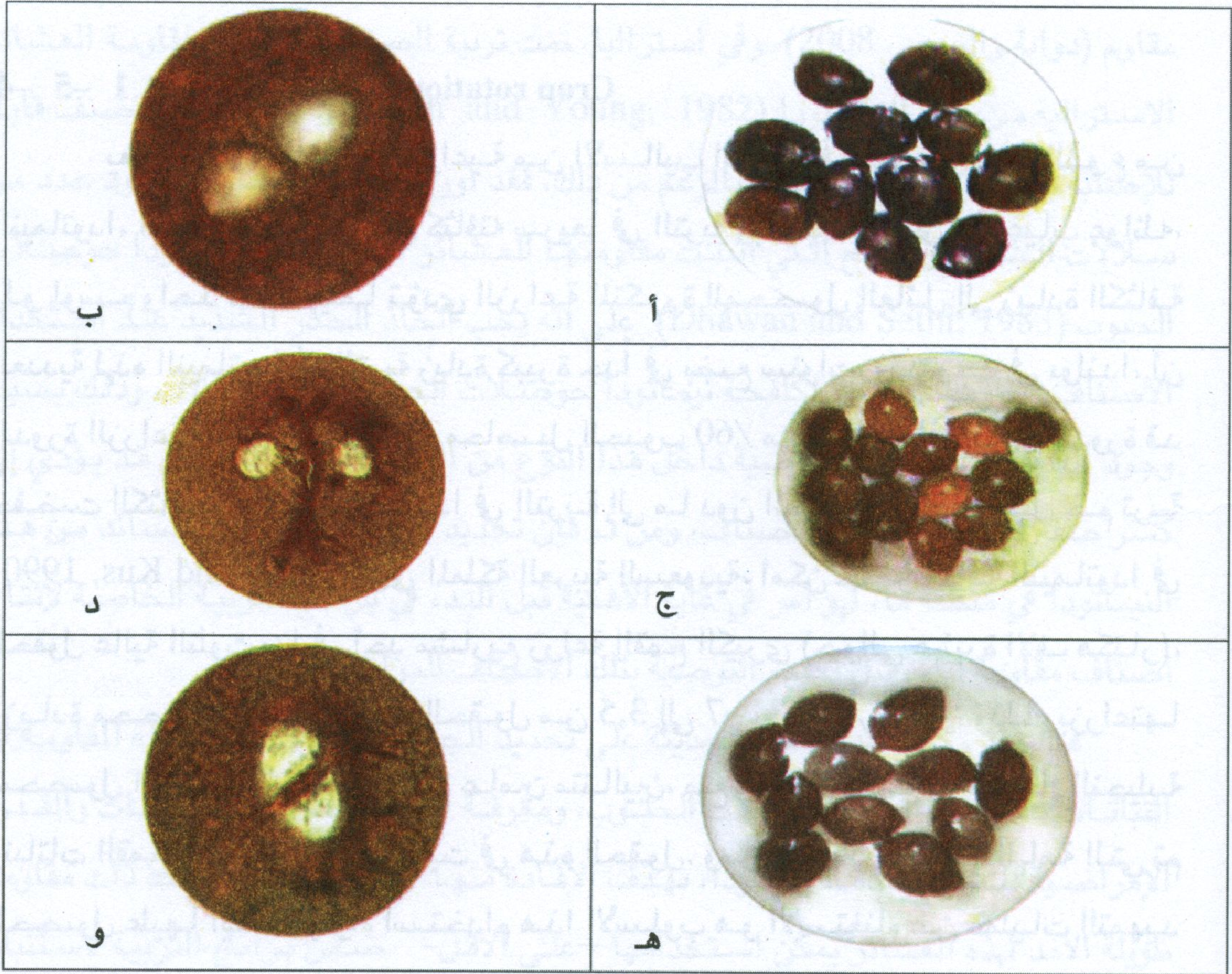
4- 4. مقارنة بين أنواع نيماتودا الحوصلات التي تصيب محاصيل الحبوب الصغيرة في الوطن العربي

كما سبق وأوضحنا، توجد ثلاثة أنواع من نيماتودا الحوصلات سُجلت على بعض محاصيل الحبوب الصغيرة في بعض بلدان الوطن العربي وهي: *H. avenae*، و *H. latipons*، و *H. filipjevi*. وتبعاً للدراسة التي أجراها حسن (2008) في سورية، يمكن المقارنة بين هذه الأنواع تبعاً للاختلافات فيما بينها في كل من: شكل، وحجم، ولون الحوصلات، وكذلك مميزات ومواصفات القمع الفرجي Vulvar cone . ويمكن تلخيص تلك الفروقات والمقارنات وإيضاحها في (جدول 1)، و(شكل 11).

جدول 1. مقارنة بين الأنواع الثلاثة من نيماتودا الحوصلات التي تصيب محاصيل الحبوب الصغيرة في الوطن العربي، من حيث شكل وحجم ومميزات الحوصلات، ومواصفات القمع الفرجي Vulvar cone.

وجه المقارنة	النوع		
	H. avenae	*H. latipons*	*H. filipjevi*
حجم الحوصلة	الأكبر حجماً	متغايرة variable	الأصغر حجماً
لون الحوصلة	بني غامق – أسود	بني	أصفر – بني فاتح
حجم نصفي النافذة Semi-fenestra في القمع الفرجي	كبيرتان	صغيرتان، كرويتا الشكل	كبيرتان
القنطرة الفرجية Bridge	ضيقة جداً	عريضة	ضيقة
تحت القنطرة Under bridge	غائبة	عريضة جداً، ذات نهايتين متشعبتين، وتظهر بعيدة عن القنطرة الفرجية	عريضة المنتصف، ضيقة متشعبة عند النهايتين، وتظهر قريبة من القنطرة الفرجية
الأجسام البيولية Bullae	عديدة، كبيرة الحجم، محيطة بكامل القمع	غائبة	قليلة العدد، صغيرة الحجم، غير محيطة بكامل القمع

(بتصرف عن: حسن، 2008)



شكل 11. مقارنة بين الأنواع الثلاثة من نيماتودا الحوصلات التي تصيب محاصيل الحبوب الصغيرة في الوطن العربي، من حيث شكل وحجم ومميزات الحوصلات، ومواصفات القمع الفرجي (vulvar cone): أ) الحوصلة في النوع *H. avenae*، ب) قطاع في القمع الفرجي في النوع *H. avenae*، ج) الحوصلة في النوع *H. latipons*، د- قطاع في القمع الفرجي في النوع *H. latipons*، هـ) الحوصلة في النوع *H. filipjevi*، و) قطاع في القمع الفرجي في النوع *H. filipjevi*.

(بتصرف عن: حسن، 2008)

4- 5. مكافحة نيماتودا الحوصلات على محاصيل الحبوب الصغيرة في الوطن العربي

4- 5- 1. الدورة الزراعية Crop rotation

يعد أسلوب الدورة الزراعية من الأساليب الفعالة في مكافحة هذا النوع من النيماتودا، الذي يتميز بانخفاض كثافته سريعاً في التربة وبنسبة عالية في ظل غياب عوائله، ولو لموسم واحد فقط. بينما تؤدي الزراعة المتكررة للمحصول العائل إلى زيادة الكثافة العددية لهذه النيماتودا في التربة زيادة كبيرة جداً في بضع سنوات. وقد وجد في بولندا، أن الدورة الزراعية التي تشغل فيها محاصيل الحبوب 60٪ من نظام التعاقب في الدورة قد خفضت الكثافة العددية للنيماتودا في التربة إلى ما دون البيضة الواحدة بكل جم تربة (Glaba and Kus, 1990). وفي المملكة العربية السعودية، أمكن خفض كثافة النيماتودا في الحقول عالية التلوث بها في أحد مشاريع زراعة القمح الكبرى (حوالي عشرة آلاف هكتار)، وزيادة محصول القمح في تلك الحقول من 3,5 إلى 7- 8 طن/هكتار، وذلك بزراعتها بمحصول البرسيم الحجازي لمدة عامين متتاليين، مع مراعاة مكافحة العوائل النجيلية ونباتات القمح التلقائية التي قد تنبت في هذه الحقول. ومن الفوائد الجانبية الهامة التي تم الحصول عليها أيضاً جراء استخدام هذا الأسلوب هو الاستغناء عن عمليات التمهيد والخدمة الزراعية العادية، وكذلك توفير معدلات التسميد الآزوتي، وذلك في الموسم الأول لزراعة القمح بعد البرسيم مباشرة. غير أنه لا يمكن مدّ فترة بقاء البرسيم الحجازي في الأرض لسنة ثالثة لزيادة كفاءة الدورة في خفض الكثافة العددية للنيماتودا بالتربة، وذلك لأن الصفات المحصولية والتسويقية للبرسيم الحجازي تنخفض كثيراً في العام الثالث (Dawabah, unpubl.).

4- 5- 2. الأصناف المقاومة Resistance

تعد الأصناف المقاومة الوسيلة الأفضل اقتصادياً في مكافحة الآفات النيماتودية بوجه عام. وقد أسفرت الدراسات المكثفة حول تعريف صفة المقاومة في محاصيل الحبوب

ضد نيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae* في الدنمارك، إلى تعريف صنف الشعير "Drost" على أنه صنف عالي المقاومة، وصنف القمح الربيعي "Loros" على أنه صنف مقاوم (دوابة واليحيى، 2008). وفي استراليا، تمت تربية الصنف "Katyil" لمقاومة العشائر الاسترالية من هذه النيماتودا (Brown and Young, 1982)، إلا إن هذا الصنف قابل للإصابة بالعشائر الهندية منها. وبالرغم من ذلك، فقد أوردت بعض التقارير وجود عدد من سلالات الشعير والقمح التي أثبتت مقاومتها للعشائر الهندية من نيماتودا حوصلات الحبوب (Dhawan and Sethi, 1983). على أنه يجب اتخاذ الحذر الشديد عند استخدام الأصناف المقاومة كوسيلة لمكافحة نيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae* ، وذلك بسبب وجود العديد من الطرز الإمراضية داخل هذا النوع من النيماتودا، الأمر الذي قد يؤدي إلى كسر صفة المقاومة في هذه الأصناف، ومن ثمّ فإن تحديد الطراز الإمراضي السائد من هذه النيماتودا في منطقة ما، لهو أمر في غاية الأهمية قبل البدء في برامج التربية الخاصة لإنتاج أصناف مقاومة لها، وقبل تعميم التوصية بتلك الأصناف للمزارعين.

هذا وقد ركزت الدراسات الحديثة على تحديد الجينات المسؤولة عن صفة المقاومة في النباتات ضد نيماتودا حوصلات الحبوب، ومعرفة العلاقة بين تلك الجينات والقدرة الإمراضية لعشائر هذه النيماتودا، بهدف الإفادة منها في استنباط أصناف ذات مقاومة طويلة الأمد لهذه العشائر يمكن استخدامها –على الأقل– ضمن برامج التربية لاستنباط أصناف مقاومة لتلك العشائر من النيماتودا (Janssen *et al.*, 1991). وقد تم بالفعل تعريف العديد من الطرز الوراثية التي تحتوي على جينات مقاومة لنيماتودا حوصلات الحبوب في نباتات القمح وبعض آبائه البرية، ورُمز لتلك الجينات بالرمز Cre (Cereal root eelworm) وهي: الجين Cre1 في القمح الطري *Triticum aestivum* الذي يوجد في الموقع الأول (locus 1) على الكروموسوم 2B (Williams *et al.*, 1994). كما عُرِّفت أيضا الجينات: Cre2، وCre5، وCre6 المنقولة إلى نباتات القمح من نبات الدوسر البري *Aegilops ventricosa* (Delibes *et al.*, 1993؛ Jahier *et al.*, 2001؛ Ogbonnaya *et al.*, 2001). وعُرِّف كذلك الجينان: Cre3، وCre4 المنقولان من الأب *Aegilops tauschii* (Eastwood *et al.*, 1991؛ Eastwood *et al.*, 1994)، والجين Cre7 المنقول من الأب

(Romero *et al.*, 1998) *Aegilops triuncialis*. وإضـافة إلى ذلك، تم أيضاً تعريف جينات مقاومة لهذه النيماتودا في الشيلم (Taylor *et al.*, 1998). كما أسـهمت تقنيات البيولوجيا الجزيئية الحديثة في الكشف عن العديد من جينات المقاومة ضد هذه النيماتودا وتحديد مواقعها على الكروموسومات الحاملة لها في نباتات الشعير (Kretschmer *et al.*, 1997؛ Barr *et al.*, 1998)، والقمح (Ogbonnaya *et al.*, 1996؛ Paull *et al.*, 1998). الأمر الذي أدى إلى استخدام هذه الجينات بشكل فاعل في برامج تربية محاصيل الحبوب في استراليا لمقاومة الطراز الإمراضـي Ha13 من النوع *H. avenae* (Ogbonnaya *et al.*, 1998). كما ساعدت هذه التقنيات أيضاً في تحديد موقع جين جديد مقاوم لنيماتودا حوصلات الحبوب هو الجين Cre8 في بعض أصناف القمح الاسترالية نُقل إليها من الأب البري *Aegilops ventricosa* (Williams *et al.*, 2003). وقد وجد أن لهذا الجين أيضاً ارتباطاً بصفة التبكير في النضج. وبالتقدم في تلك التقنيات والدراسات، أصبح واضحاً كيف يمكن نقل هذه الجينات، وكذلك تحديد نسب توريثها (Martin *et al.*, 2004؛ Safari *et al.*, 2005).

4- 5- 3. الحراثة والتشميس Tillage and soil solarization

أمكن خفض كثافة النيماتودا في الحقول الملوثة بها في كل من: الهند، والمملكة العربية السعودية، وذلك بإجراء عمليات تشميس للتربة، وحراثتها بمعدل 3- 5 حرثات عميقة متعامدة خلال أشهر الصيف الحارة، حيث تؤدي تلك الإجراءات إلى تعريض الحوصلات لحرارة الشمس العالية أثناء الصيف، وموت نسبة كبيرة من البيض بداخلها (Mathur *et al.*, 1991؛ Dawabah, unpubl.). في دراسة بالهند تبين أن إجراء 1- 5 حرثات عميقة أثناء أشهر الصيف الحارة يؤدي إلى خفض كثافة النيماتودا بالتربة بحوالي 9- 42٪، وزيادة محصول القمح بحوالي 4- 98٪، اعتماداً على عدد الحرثات المستخدمة. وربما يعود هذا الخفض في كثافة النيماتودا بالتربة إلى قدرة حرارة الشمس العالية في قتل ما بداخل الحوصلات من بيض، وكذلك إلى جفاف البيض واليرقات في التربة والحوصلات بفعل الرياح الجافة (Mathur *et al.*, 1991) . وفي إحدى تجارب الأصص بالمملكة العربية

السعودية، أدت طريقة تشميس التربة إلى خفض أعداد إناث النيماتودا على الجذور بنسبة عالية وصلت إلى 67٪، ومضاعفة محصول القمح عدة مرات مقارنة بالنباتات غير المعاملة (عثمان وبلال، 1996)

4- 5- 4. التبوير Fallowing

يعد التبوير النظيف Bare fallowing، ولو لسنة واحدة، من الوسائل الفعالة في خفض كثافة نيماتودا حوصلات الحبوب في التربة، حيث يفقس البيض في هذا النوع من النيماتودا تلقائياً بمجرد توفر الرطوبة والجو البارد، ثم تموت اليرقات الفاقسة بعد ذلك لعدم وجود عائلها في التربة (Brown, 1987 ؛Swarup, 1986 ؛Meagher, 1972). وقد استخدمت هذه الطريقة في بعض الحقول عالية التلوث بنيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae* في بعض مشاريع إنتاج القمح الكبرى بالمملكة العربية السعودية، وأتت بثمارها المرجوة في خفض كثافة النيماتودا بالتربة، لكن يعيبها خروج الحقل من الإنتاج، ولو لسنة واحدة، وهو الأمر الذي قد لا يصادف قبولاً من المنتج، خاصة في مثل هذه الشركات (Dawabah, unpubl.).

4- 5- 5. موعد الزراعة Time of planting

أدى التبكير في موعد زراعة القمح ببعض الحقول الملوثة بنيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae* في أحد مشاريع إنتاج القمح الكبرى في المملكة العربية السعودية، وقبل حلول فترات البرد الشديد والمطر، إلى سرعة في الإنبات، وخروج بادرات القمح قوية، ودخولها في مرحلة التفريع وتكوين الخلفات قبل أن يفقس بيض النيماتودا الكامن في الحوصلات بالتربة، مما أدى إلى تحمل النباتات بعد ذلك للإصابة، ونموها وإنتاجها بشكل جيد. لكن هذا الإجراء لا يخلو من مخاطرة، إذا وافقت مرحلة تكوين السنابل booting stage فترة جليدية أو فترة من الصقيع (Dawabah, unpubl.). وقد استخدم هذا الإجراء أيضاً قبل ذلك كوسيلة لمكافحة هذا النوع من النيماتودا في استراليا (Meagher, 1977؛ Brown, 1987).

4- 5- 6. إعادة الزراعة Replanting

قامت إحدى شركات إنتاج القمح الكبرى بالمملكة العربية السعودية بزراعة بعض الحقول الملوثة بنيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae* بحبوب صنف القمح القابل للإصابة "Yecora Rojo"، ثم تركت النباتات لتنمو في الحقل مع ريها بانتظام لمدة 3- 4 أسابيع. وبعد ذلك تم حرث جميع النباتات في التربة لتموت جذورها وما بداخلها من يرقات النيماتودا التي نجحت في اختراقها. وبعد ذلك بفترة وجيزة، تمت إعادة زراعة هذه الحقول مرة أخرى بنفس صنف القمح، بعد أن تكون أغلب اليرقات الموجودة بالتربة قد تم اصطيادها وقتلها داخل جذور المحصول السابق افتراضاً. وبغض النظر عن كفاءة هذه الطريقة في مكافحة النيماتودا من عدمه، فإنها لم تلق النجاح المرجو منها في السعودية، وذلك لعدة أسباب، لعل من أهمها هو عدم نمو المحصول التالي بدرجة جيدة وانخفاض إنتاجيته، ربما بسبب التأخر في موعد الزراعة، أو لأسباب نباتية أو مرضية أخرى (Dawabah, unpubl.).

4- 5- 7. التسميد المعدني Mineral fertilization

تعد الأسمدة غير العضوية التي تحتوي على النيتروجين الأمونيومي، أو أية صورة أخرى من التجهيزات النيتروجينية التي يمكنها أن تطلق النيتروجين الأمونيومي في التربة، من المواد الفعالة في خفض أعداد النيماتودا بالتربة. ويتفوق النيتروجين العضوي والنيتروجين الأمونيومي Ammonical nitrogen على النيتروجين النتراتي من حيث تأثيرهما في خفض عشائر النيماتودا المتطفلة على النباتات بالتربة. ولليوريا أيضاً القدرة على خفض أعداد عدة أنواع من النيماتودا بالتربة، إذا أضيفت إلى التربة بمعدلات تزيد عن 300 كجم نيتروجين/هكتار (Johnson *et al*., 1967؛ Rodriguez-Kabana and King, 1980)، حيث تتحول اليوريا إلى صورة الأمونيا السامة للنيماتودا بفعل إنزيم اليورييز Urease في التربة (Mojtahedi and Lownsberry, 1976). وقد تمت دراسة تأثير التسميد باليوريا، والمعاملة بمبيد الفيناميفوس على درجة إصابة نباتات القمح صنف "Yecora Rojo" بنيماتودا حوصلات الحبوب *H. avenae*، وكذلك على تكاثر النيماتودا

على تلك النباتات في المملكة العربية السعودية، وأوضحت النتائج فعالية كل من: مبيد الفيناميفوس وسماد اليوريا في خفض أعداد الحوصلات البيضاء على جذور القمح، وزيادة الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري لنباتات القمح المصابة، وكذلك عدد السنابل/نبات (الحازمي ودوابة، 2006؛ 2009). وفي استراليا والهند، أدى استخدام سماد اليوريا إلى خفض تكاثر النيماتودا على القمح وزيادة طفيفة في محصول الحبوب (Swarup, 1986؛ Brown, 1987).

4- 5- 8. المكافحة الاحيائية Biological control

قد تكافح نيماتودا حوصلات الحبوب طبيعياً على محاصيل الحبوب بواسطة الفطريات المفترسة (Kerry, 1978)، وخاصة الفطر *Verticillium chlamydosporium* Goddard والفطر *Nematophthora gynophila* Kerry and Crump، حيث يفترس الفطر الأول كلاً من: بيض، وإناث النيماتودا، بينما يفترس الثاني الإناث فقط (Kerry and Crump, 1980). وقد اكتشف تأثير تلك الفطريات عندما لوحظ أن الكثافة العددية للنيماتودا تنخفض تلقائياً في الأراضي التي تزرع بالقمح كمحصول وحيد من 30 أو 44 بيضة/جم تربة إلى 5 بيضة/جم تربة بعد خمسة محاصيل متعاقبة من القمح. وللتأكد من ذلك، تمت معاملة التربة شديدة التلوث بالنيماتودا بواسطة محلول الفورمالين، فوجد أن الكثافة العددية للنيماتودا بالتربة قد زادت بما يعادل الخمسة أضعاف في الموسم التالي للموسم الذي تمت فيه هذه المعاملة. وقد ثبت أن ذلك كان بسبب قتل الفورمالين للفطريات المفترسة للنيماتودا بالتربة وخاصة فطري؛ *V. chlamydosporium*، و*N. gynophila* (Kerry *et al.*, 1982).

4- 5- 9. المبيدات النيماتودية Nematicides

يعد تطبيق المبيدات النيماتودية من الوسائل الفعالة والسريعة في مكافحة النيماتودا عموماً. ويمكن استخدام المبيدات النيماتودية غير المدخنة في معاملة التربة الملوثة بنيماتودا حوصلات الحبوب أثناء الزراعة، حيث تتميز هذه المبيدات بقلة مخاطرها من حيث السمية على النباتات وذلك بالمقارنة إلى المبيدات المدخنة. وتعتمد استجابة النباتات للمعاملة

وانعكاس هذه الاستجابة على إنتاجية الحبوب على كل من؛ درجة تلوث التربة بالنيماتودا، والمستوى الرطوبي للتربة، ومحتوى التربة من العناصر المغذية، ونوع المحصول المزروع نفسه. وقد أدى استخدام مبيدي؛ ألديكارب aldicrb وكاربوفيوران Carbofuran في الباكستان إلى مكافحة جيدة لهذا النوع من النيماتودا، وزيادة محصول حبوب القمح بنسب تراوحت بين 50 و70٪ (Shahina and Maqbool, 1991). وفي الولايات المتحدة الأمريكية، أدت معاملة التربة في الحقول الملوثة بتلك النيماتودا بواسطة مبيد ألديكارب إلى زيادة محصول القمح الربيعي بحوالي 24٪ (Smiley, 2005). وتحت النظام الحقلي والإنتاج التجاري الواسع في المملكة العربية السعودية، تمت مكافحة هذه النيماتودا بنجاح أيضاً والحصول على محصول جيد من حبوب القمح بمعاملة أثلام البذور عند الزراعة بمبيد الكاربوفيوران. لكن الاستخدام المتكرر لهذا المبيد لسنوات عديدة متتالية أدى إلى اكتساب ميكروبات التربة القدرة على تحطيمه، وخفض فعاليته. الأمر الذي دعا إلى استبداله بمبيد الأوكساميل Oxamyl السائل لرشه على النباتات المصابة في تلك الحقول، والذي كان بديلاً ناجحاً بالفعل في مكافحة النيماتودا، والحصول على زيادة كبيرة في الإنتاج، وصلت في بعض الحقول عالية التلوث بتلك النيماتودا إلى 70- 100٪ (Dawabah, unpubl.). وفي إحدى تجارب الأصص بالمملكة العربية السعودية أيضاً، تم الحصول على مكافحة جيدة للنيماتودا على نباتات القمح، وزيادة معنوية في نمو وإنتاجية النباتات المعاملة بمبيدي أوكساميل وكاربوفيوران (عثمان وآخرون، 1994). أيضاً، أمكن الحصول على مكافحة جيدة للنيماتودا وزيادة محصول القمح باستخدام المبيدات النيماتودية؛ إيثوبروب Ethoprop، وفيناميفوس Fenamiphos، وكاربوفيوران، وأوكساميل (Al-Rehiayani, 2001).

وعموماً، فإن معاملة التربة نثراً بالمبيدات النيماتودية قبيل أو عند الزراعة قد لا تكون اقتصادية بالنسبة لمحاصيل الحبوب، ويمكن الاستعاضة عنها بمعاملة البذور Seed dressing، أو أثلام البذور Seed furrows، أو الخطوط Row treatment. ففي راجستان بالهند، وجد أن تطبيق المبيدات النيماتودية مع البذور من خلال الغراسات أثناء الزراعة كان أكثر فاعلية من تطبيقها نثراً على سطح التربة. وأن استخدام معدل قدره 1,5 كجم/هكتار

من مبيد ألديكارب لمعاملة الخطوط بواسطة البذارات هو الأفضل من الناحية الاقتصادية. وقد تكون طريقة معاملة البذورSeed dressing بالمبيدات النيماتودية الحبيبية قبيل الزراعة هي أفضل صور المعاملة بهذه المبيدات من الناحية الاقتصادية، فقد وجد أن عدد حوصلات النيماتودا التي تكونت على جذور القمح قد انخفض معنوياً عند معاملة الحبوب بمعدل 2,5 أو 5٪ (وزناً بوزن) من أي من مبيدات؛ ألديكارب، أو ألديكارب سلفون، أو كاربوفيوران، كما انخفض معدل اختراق يرقات الطور الثاني معنوياً للجذور عند معاملة الحبوب بمعدل 1 – 5٪ من مبيد أيزوفنفوس Isofenphos (Kaushal and Seshardi, 1986). وقد أثبتت معاملة الحبوب بمبيد أوكساميل قبيل الزراعة أيضاً فعاليتها في استراليا (Brown, 1984)، ففي تربة شديدة التلوث بنيماتودا حوصلات الحبوب، أدت معاملة تغليف Seed coating تقاوي القمح بمعدل 10 جم/كجم من الحبوب من أي من مبيدي؛ فيوراثيوكارب Furathiocarb، أو كاربوفيوران، أو بمعدل 3,6 جم/كجم من الحبوب من مبيد أوكساميل إلى خفض أعداد نيماتودا حوصلات الحبوب بما يعادل 80 – 90٪ بعد شهرين من الإنبات، بل وأيضاً إلى زيادة محصول الحبوب بما يعادل 38 – 48٪ (Orion and Shlevin, 1989). وتحتاج المخاطر الصحية المصاحبة لاستخدام هذه المبيدات والمركبات في معاملة الحبوب Seed dressing إلى تقييم شامل، كما أنها قد تقيد من استخدام التقاوي المعاملة بهذه الطريقة من خلال آلات التحميل والبذار الأتوماتيكية.

5. نيماتودا حوصلات الذرة *Heterodera zeae*

تعد هذه النيماتودا من الآفات الهامة على محصول الذرة في بعض بلدان العالم، كمصر، والباكستان، والهند، وبعض الولايات الأمريكية، وغيرها (MacGowan, 1981). وقد سجلت في كثير من محافظات مصر عام 1981 (Aboul-Eid and Ghorab, 1981)، برغم أن وجودها في مصر قد ذكر قبل ذلك (Oteifa, 1978). وتتميز حوصلات هذه النيماتودا بصغر حجمها النسبي، وشكلها الليموني الذي يميل إلى الاستدارة قليلاً، ولونها الذهبي أو البني الفاتح (Aboul-Eid and Ghorab, 1981).

5- 1. المدى العوائلي Host range

تتطفل هذه النيماتودا في مصر على كل من: الذرة الشامية (هجين مزدوج 186، وأمريكاني بدري، وناب الجمل)، والشعير (جيزة 121)، و القمح (جيزة 56، وشناب 70، وجوري 69)، والذرة الرفيعة (نيس 777)، وحشيشة السودان (Aboul-Eid and Ghorab, 1981؛ Abadir, 1986)، وقصب السكر (عتريس، 2004). أما على المستوى العالمي فهناك بعض العوائل الأخرى التي تشمل الشوفان، والأرز، والقنب الهندي، وحشيشة السودان، وبعض الحشائش النجيلية كالقصبة (البانيكم)، وأبو ركبة، وذيل القط (MacGowan, 1981).

5- 2. أعراض الإصابة Disease symptoms

تسبب النيماتودا تقزماً واضحاً لنباتات الذرة المصابة، وانخفاضاً في وزنها الرطب والجاف، وتأخراً في تكشف أوراقها، وصغراً في حجم هذه الأوراق (Aboul-Eid and Ghorab, 1981).

5- 3. الحياتية ودورة الحياة Biology and life cycle

تستغرق دورة حياة هذه النيماتودا فترة قصيرة (15- 20 يوماً في المتوسط) تحت ظروف الأجواء الدافئة، وقد تكمل 6- 7 أجيال على نفس النبات خلال موسم النمو الواحد. وتعتبر درجة حرارة 25°م هي الدرجة المثلى لتطور حياة هذه النيماتودا. تخترق يرقات الطور الثاني المعدية جذور النبات العائل بعد حوالي 48- 72 ساعة من العدوى، ويحدث الانسلاخ الأول داخل الجذور لتتحول اليرقات إلى يرقات الطور الثالث بعد حوالي خمسة أيام من اختراقها للجذور. تضع الإناث جزءاً من البيض في كتلة جيلاتينية خارج الجسم، وتحتفظ بأغلب البيض داخل جسمها الذي يتحول إلى حوصلة ذات جدر جافة متصلبة بعد موتها ليحمي هذا البيض والذكور لا تظهر بوفرة في هذا النوع من النيماتودا، كما أنه لا أهمية لها في التكاثر. ومن العجيب أن يرقات الطور الثاني المعدية قد تبقى حية في تربة

الحقول الخاضعة لسياسة التبوير لفترة قد تصل إلى العامين (Verma and Yadav, 1975؛ Aboul-Eid and Ghorab, 1981؛ Farahat *et al.*, 1988).

5- 4. الضرر والفقد في المحصول Damage and yield losses

في دراسة للضرر الذي تحدثه هذه النيماتودا في نباتات الذرة المصابة، أوضح اسماعيل وآخرون (Ismail *et al.*, 1996) أنه كلما زادت الكثافة العددية للنيماتودا في التربة، انخفضت مؤشرات النمو والإنتاجية في نباتات الذرة صنف "جيزة 2". وقد فُسر هذا الضرر بأنه يرجع إلى التغير الذي تحدثه النيماتودا في النواحي الفسيولوجية للنباتات المصابة، كالتمثيل الضوئي، والتنفس، والقدرة على امتصاص العناصر الغذائية من التربة. وقد أوضح أبو العيد وغراب (Aboul-Eid and Ghorab, 1981) أيضاً أن عدوى نباتات الذرة بكثافة لقاح قدرها 100- 500 حوصلة/نبات من نيماتودا حوصلات الذرة *H. zeae*، قد أدى إلى انخفاض أطوال النباتات معنوياً، كما انخفض الوزن الرطب والجاف للنباتات عندما أعديت هذه النباتات بكثافة لقاح تتراوح بين 100 و1000 حوصلة/نبات. وعموماً، فقد قُدر حد الضرر على نباتات الذرة من هذه النيماتودا بحوالي 2000 بيضة ويرقة/500 جم تربة (Abadir, 1986؛ Ismail, 1990).

5- 5. المكافحة Control

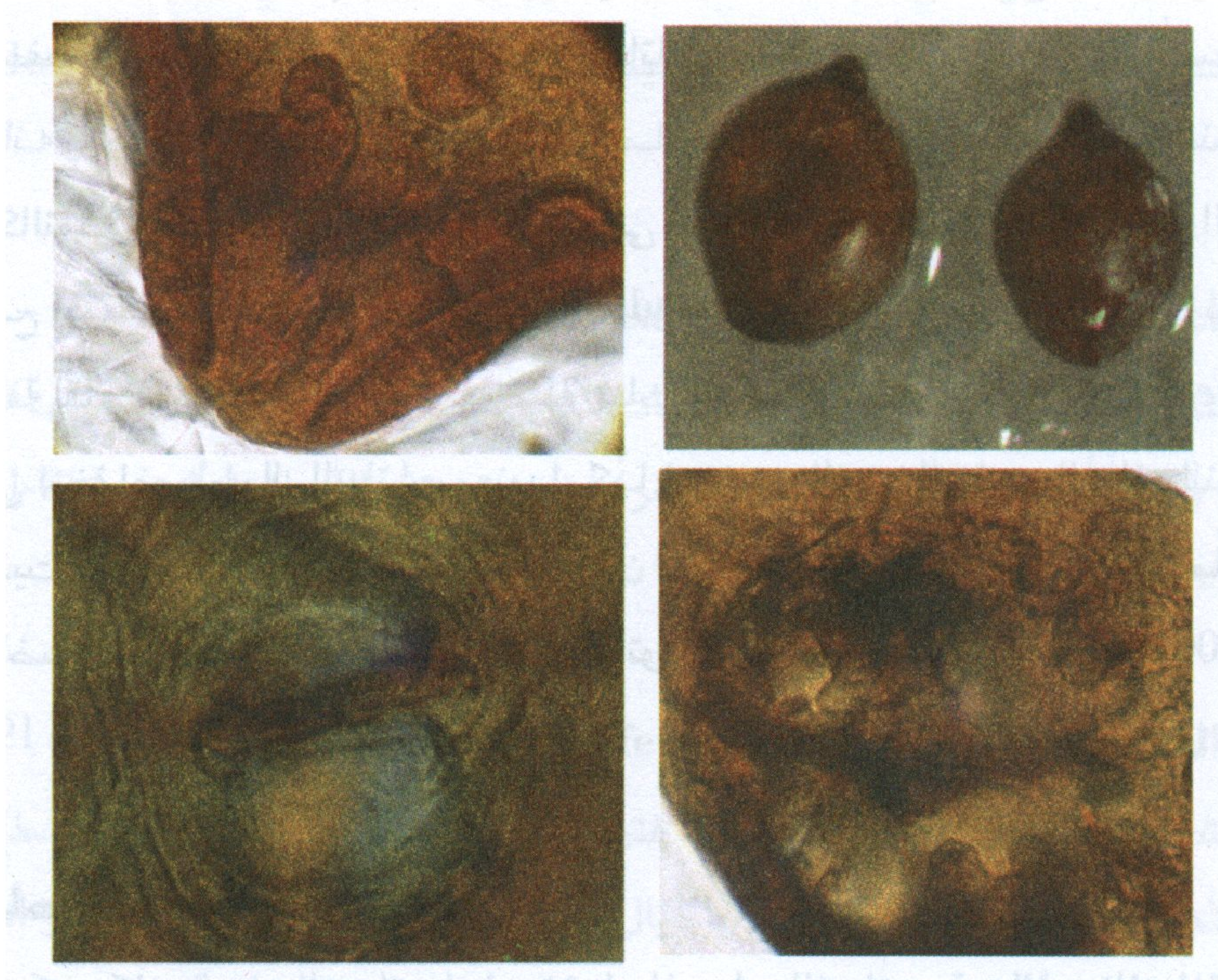
يمكن مكافحة هذه النيماتودا باستخدام المبيدات النيماتودية، والأصناف المقاومة، والدورة الزراعية.

6. نيماتودا حوصلات الحمص *Heterodera ciceri*

سُجلت نيماتودا حوصلات الحمص *H. ciceri* (شكل 12) على نباتات الحمص *Cicer aritinium* لأول مرة في الوطن العربي عام 1983 بسورية (Mamluk *et al.*, 1983). ثم لوحظ أنها السبب الرئيسي في انخفاض وتدهور إنتاجية نباتات الحمص بمحافظة إدلب وبعض المناطق الشمالية الأخرى بسورية عام 1984 (Greco *et al.*, 1984).

10- 6- 1. المدى العوائلي Host Range

لهذه النيماتودا مدى عوائلي ضيق ينحصر في بعض النباتات البقولية كالحمص، والعدس، والبازلاء (Greco *et al.*, 1986). وقد وجد في دراسة حصر للنيماتودا المتواجدة في حقول العدس بشمال سورية أن هذه النيماتودا هي الأكثر تردداً من بين جميع الأجناس النيماتودية الأخرى الموجودة في تلك الحقول (اسماعيل وآخرون، 2003).



شكل 12. نيماتودا حوصلات الحمص *Heterodera ciceri*: (أعلى يمين) الشكل العام للحوصلة (أعلى يسار) القمع الفرجي vulvar cone (أسفل يمين) تحت القنطرة under bridge في القمع الفرجي (أسفل يسار) نصفي النافذة (semifenestra) في القمع الفرجي.

(من مجموعة: حسام عبيدو)

6- 2. الحياتية ودورة الحياة Biology and Life Cycle

يفقس البيض وتخرج يرقات الطور الثاني التي تهاجم جذور النباتات العائلة عند درجة حرارة 8ْم، إلا أن هذه اليرقات لا تتطور إلى الأطوار التالية في دورة الحياة إلا إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ما فوق 10ْم (Kaloshian *et al.*, 1986)، وتحت الظروف البيئية السورية، وجد أن يرقات الطور الثاني في التربة تتوقف عن مهاجمة الجذور عندما تصل درجة الحرارة إلى 30ْم في أوائل أو منتصف شهر أبريل (نيسان). ويمكن ملاحظة أعداد هائلة من الإناث البيضاء على جذور الحمص في الحقول التي تمت زراعتها في الشتاء، يليها تلك التي زرعت في الربيع. وتتم الحوصلات نضجها بعد 15 يوماً من ظهورها على أسطح الجذور (Greco *et al.*, 1988).

6- 3. الضرر والفقد في المحصول Damage and yield losses

يبلغ حد التحمل في نباتات الحمص من هذه النيماتودا بيضة واحدة/سم^3 تربة، وقد يصل الفقد في المحصول إلى 20 أو50٪ إذا بلغت الكثافة الابتدائية للنيماتودا في التربة 8 أو 16 بيضة/سم^3 تربة، على الترتيب. وقد تصل الخسارة إلى حد الفقد الكامل في المحصول إذا زادت الكثافة الابتدائية للنيماتودا في التربة عن 60 بيضة/سم^3 تربة (Greco *et al.*, 1988). وتؤدي الإصابة بالنيماتودا عموماً إلى انخفاض المحتوى البروتيني لحبوب الحمص، مما يؤدي إلى انخفاض قيمتها الغذائية.

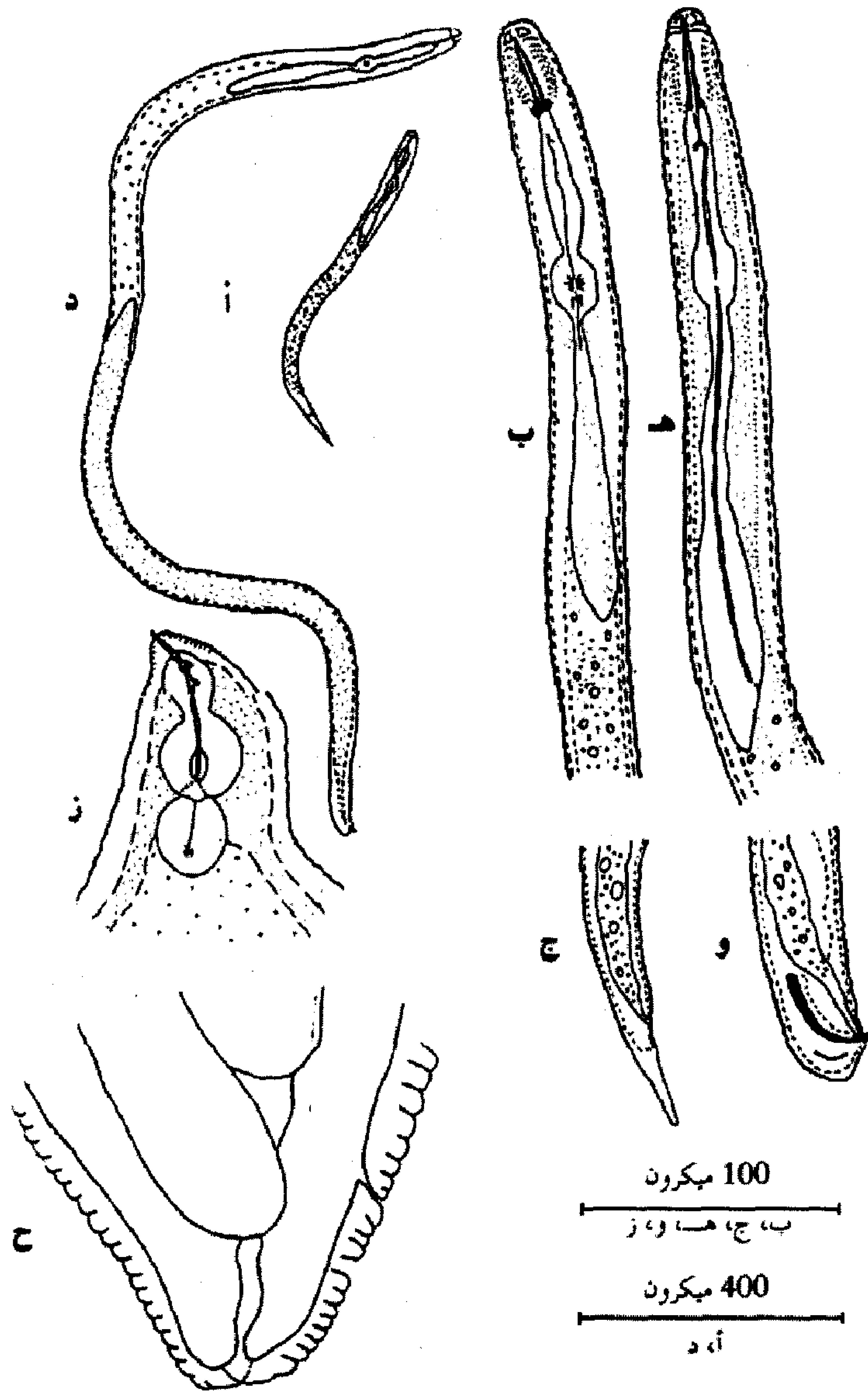
6- 4. المكافحة Control

أمكن مكافحة هذه النيماتودا على الحمص في سورية إلى حد كبير باستخدام أسلوب الدورة الزراعية والأصناف المقاومة. ففي تجربة حقلية لدورة زراعية ذات أربع سنوات، تبين أن تكرار زراعة محاصيل غير عائلة مثل القمح والشعير في الدورة، قد أدى إلى خفض كثافة النيماتودا في التربة والنباتات المصابة بنسب وصلت إلى 64٪، وزيادة المحصول بما قد يصل إلى الثمانية أمثال، اعتماداً على عدد السنوات التي تمت فيها زراعة المحاصيل غير العائلة بالدورة (Saxena *et al.*, 1992).

أجريت أيضاً بعض التجارب في سورية لمعرفة تأثير الكثافة الابتدائية للنيماتودا في التربة على إنتاجية الحمص، ومحتوى الحبوب من البروتينات، وذلك في ثلاث سلالات جديدة من الحمص مقاومة لهذه النيماتودا (NEMR-13، وNEMR-14، وNEMR-15)، وأصناف الآباء المقاومة، مقارنة بالأصناف الحساسة. وقد أوضحت النتائج أن معدل تكاثر النيماتودا كان أكثر على الأصناف الحساسة منه على أصناف الآباء المقاومة والسلالات المقاومة الجديدة. وكانت الكثافة المتوازنة من النيماتودا على الأصناف الحساسة هي 45 بيضة/سم^3 تربة، بينما بلغت تلك الكثافة 29 بيضة/سم^3 تربة على السلالات والأصناف المقاومة. وبشكل عام كانت أعداد الحوصلات، وكذلك أعداد البيض داخل الحوصلات أعلى في تربة ونباتات الأصناف الحساسة منها في الأصناف والسلالات المقاومة (Greco *et al.*, 2003).

7. نيماتودا حوصلات البرسيم *Heterodera trifolii*

تتطفل هذه النيماتودا (شكل 13) على جذور نباتات البرسيم المصري *Trifolium alexandrinum* في جمهورية مصر العربية (Massoud, 1980؛ Ibrahim *et al.*, 1986؛ Ibrahim (Dawabah), 1989). كما سُجلت قبل ذلك في بعض البلدان العربية كفلسطين المحتلة (Mulvey, 1972)، وتونس (Sikora, 1977). ومن الغريب أنه قد ذكر تواجد هذه أنه قد ذكر تواجد هذه النيماتودا على نباتات القمح في محافظة الاسكندرية بمصر أيضاً (Ibrahim and Handoo, 2007). تتميز الحوصلات في هذا النوع بالتغاير الكبير في أحجامها بين الصغير الذي يبلغ طوله 0,70 مم، وعرضه 0,39 مم، والكبير الذي يبلغ طوله 0,86 مم، وعرضه 0,61 مم (شكل 14). الحوصلات ليمونية الشكل، ولونها يتراوح بين البني الخفيف والبني الداكن. يحتوي القمع الفرجي على نصفي نافذة، وقنطرة، وتحت قنطرة، وأجسام بيولية. ويتراوح طول الفتحة التناسلية بين 27 و55 ميكرون ، تضع الأنثى جزءاً قليلاً من البيض في كتلة جيلاتينية خارج الجسم وتحتفظ بأغلب البيض داخل جسمها الذي يتحول إلى حوصلة فيما بعد (شكل 15) (Ibrahim (Dawabah), 1989).



شكل 13. نيماتودا حوصلات البرسيم *Heterodera trifolii*: أ) الشكل العام للطور اليرقي الثاني، ب) مقدمة الجسم في الطور اليرقي الثاني، ج) نهاية الجسم في الطور اليرقي الثاني، د) الشكل العام للذكر، هـ) مقدمة الجسم في الذكر، و) نهاية الجسم في الذكر ، ز) مقدمة جسم الأنثى، ح) منظر جانبي للقمع الفرجي في الحوصلة.

(بتصرف عن: Massoud, 1980)

7- 1. المدى العوائلي Host range

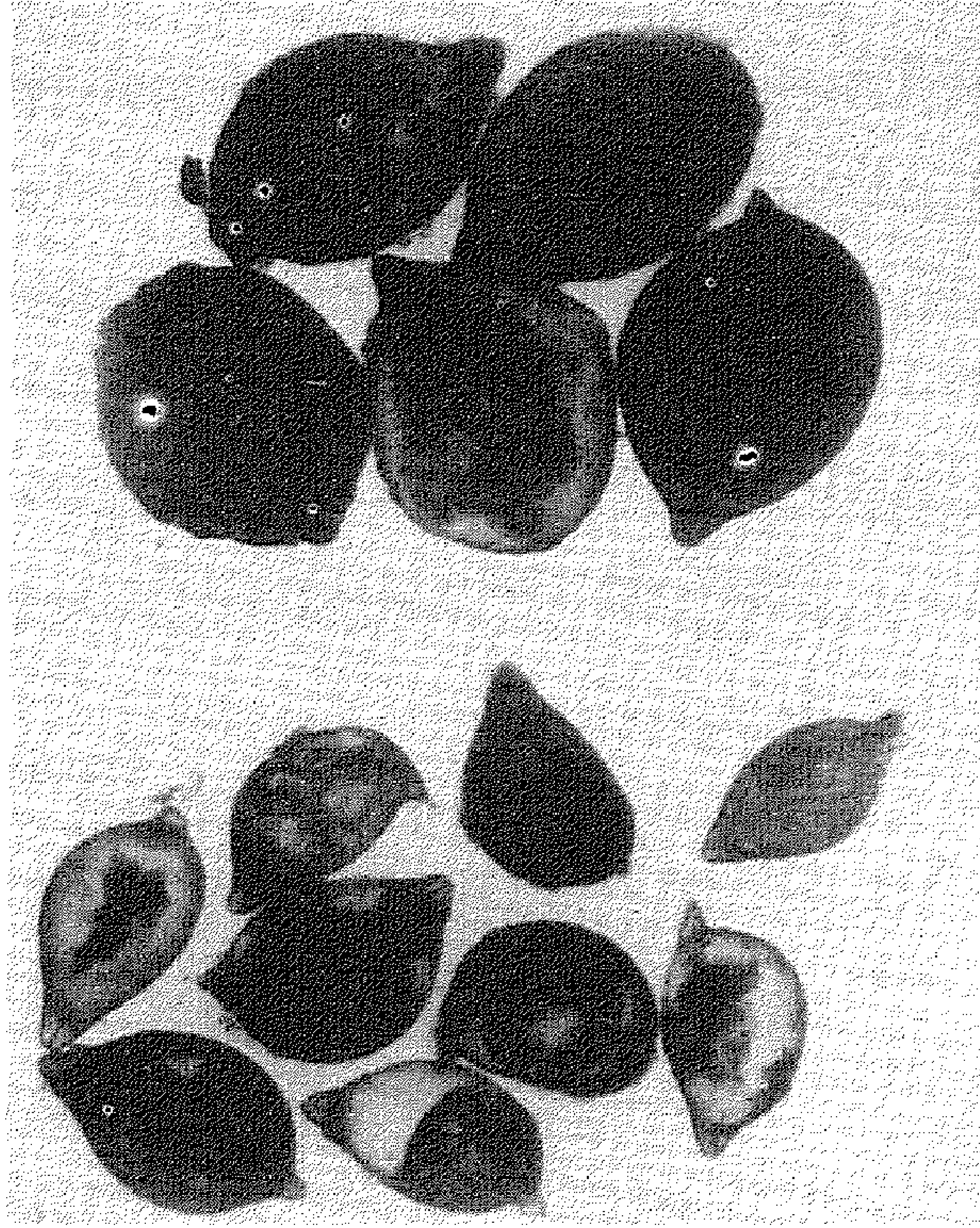
أوضحت إحدى الدراسات في مصر (Massoud, 1980) أن العشيرة المصرية من هذه النيماتودا قد تكاثرت جيداً على أصناف البرسيم المصري "مسقاوي، وخضراوي، وفحل"، وأن الصنف "مسقاوي" هو الصنف المفضل لتكاثرها. تلا ذلك من حيث التفضيل كل من البرسيم الأبيض صنف "Chelan"، والبرسيم الأحمر صنف "Tamar"، فالفاصوليا صنف "Contender"، فاللوبيا صنف "العين السوداء". في حين اعتبر كل من: الفول البلدي صنف "جيزة 2"، والبازلاء صنف "Little Marvel"، والفاصوليا صنف "Berken"، والعدس السوداني، والحلبة كعوائل متوسطة.

7- 2. أعراض الإصابة Disease symptoms

تبدو النباتات المصابة ضعيفة غير منتظمة النمو في الحقل، كما تبدو عليها أعراض التقزم. وقد يؤدي تكرار إصابة اليرقات للجذور إلى قتل القمم النامية.

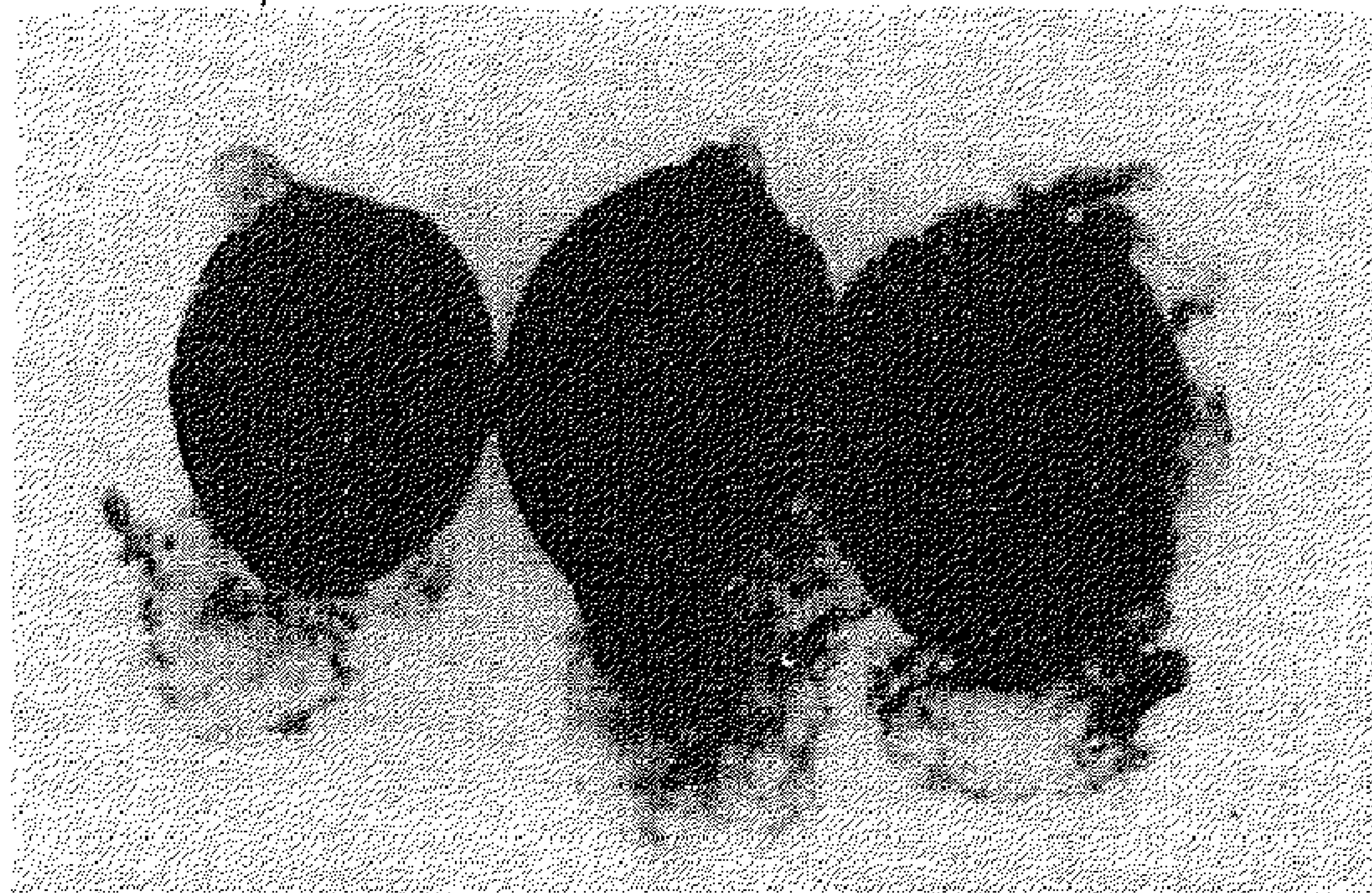
7- 3. دورة الحياة Life cycle

استغرقت دورة حياة نيماتودا حوصلات البرسيم *H. trifolii* على صنف البرسيم المصري "مسقاوي" في مصر، 22 يوماً منذ بداية التلقيح بيرقات الطور الثاني، وحتى الوصول إلى طور الإناث الناضجة. وقد وجد أن ليرقات الطور الثاني القدرة على اختراق الجذور من أية نقطة على امتداد الجذر، ولا يشترط أن يكون ذلك عند منطقة القمة النامية للجذيرات أو قريباً منها فقط. وبعد أربعة أيام من التلقيح، شوهدت يرقات الطور الثاني في نسيج القشرة Cortex والبشرة الداخلية Endodermis، وأجسامها موازية لنسيج الاسطوانة الوعائية، بينما رؤوسها داخل الأنسجة الوعائية. وبعد عشرة أيام من التلقيح، انسلخت اليرقات إلى الطور اليرقي الثالث الذي استغرق يومان إلى أربعة أيام لكي يكتمل نموه، وينسلخ إلى الطور اليرقي الرابع، وذلك بعد 16 يوماً من التلقيح. حدث الانسلاخ الأخير، وشوهدت الذكور والإناث الكاملة داخل الجذور بعد 20 و22 يوماً من التلقيح، على الترتيب.



شكل **14**. الحوصلات البنية الناضجة لنيماتودا حوصلات البرسيم *Heterodera trifolii*. الصورة العليا: الحوصلات كبيرة الحجم، والصورة السفلى: الحوصلات صغيرة الحجم.

(Ibrahim (Dawabah), 1989)



شكل **15**. الإناث الناضجة لنيماتودا حوصلات البرسيم *Heterodera trifolii*، ويشاهد كتل البيض ملتصقة بمؤخرة جسمها.

(Ibrahim (Dawabah), 1989)

وبعد 26 يوماً من التلقيح، شوهدت كتل البيض حول مؤخرة أجسام الإناث وبكل كتلة حوالي 1- 3 بيضات فقط، ثم شوهدت الإناث الممتلئة بالبيض بعد 28 يوماً من التلقيح. تحولت بعد ذلك الإناث إلى طور الحوصلات البيضاء، ثم أكملت نضجها إلى طور الحوصلات البنية بعد 34 يوماً من التلقيح. أما الذكور فقد غادرت الجذور إلى التربة بعد 30 يوماً من التلقيح. شوهدت يرقات الطور الثاني للجيل الجديد في التربة بعد 38- 40 يوماً من التلقيح، وكانت قادرة على اختراق الجذور، وإعادة الإصابة (Massoud, 1980).

7- 4. الضرر Damage

أدت عدوى نباتات البرسيم المصري صنف "مسقاوي" بتركيزات متصاعدة من النيماتودا (صفر، و4، و8، و16، و32، و64 حوصلة/نبات) إلى خفض مطرد في كل من: الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري للنباتات المصابة. وقد تأثر نمو النباتات بشدة عند المستويات المرتفعة من اللقاح الابتدائي للنيماتودا (Massoud, 1980).

7- 5. المكافحة Control

نظراً لأن محصول البرسيم علفي، فيصعب استخدام المبيدات النيماتودية في إدارة النيماتودا، وينصح باستخدام أسلوب الدورة الزراعية، وزراعة الأصناف المقاومة. وقد وجد أن صنف البرسيم المصري "صعيدي" يتمتع بقدرة كبيرة في تحمل الإصابة وعدم تأثر إنتاجيته عند زراعته في تربة ملوثة بتلك النيماتودا، كما وجد أيضاً أنه من العوائل الفقيرة جداً في دعم تكاثرها (Massoud, 1980).

8. نيماتودا حوصلات البرسيم من النوع *Heterodera daverti*

سجلت هذه النيماتودا متطفلة على جذور نباتات البرسيم المصري *Trifolium alexandrinum* وبعض النباتات البقولية الأخرى في جمهورية مصر العربية (Ibrahim *et al.*, 1986؛ Massoud *et al.*, 1988؛ Ibrahim and Handoo, 2007).

9. نيماتودا حوصلات البرسيم الياباني ***Heterodera lespedezae***

سجلت هذه النيماتودا متطفلة على جذور نباتات البرسيم المصري *Trifolium alexandrinum* في جمهورية مصر العربية (Ibrahim and Handoo, 2007).

10. نيماتودا حوصلات بنجر السكر ***Heterodera schachtii***

اكتشفت هذه النيماتودا (شكل 16) على العائل الرئيسي لها وهو بنجر السكر في ألمانيا عام 1859. وفي الوطن العربي، وجدت متطفلة على جذور بنجر السكر في فلسطين المحتلة (Mulvey and Golden, 1983)، والعراق (Stephan, 1986)، وليبيا (Edongali, 1986)، والأردن (Saleh, 1987)، وسورية (البلخي وآخرون، 2006). كما وجدت متطفلة على جذور نباتات الكرنب في منطقة العامرية بمحافظة الإسكندرية بجمهورية مصر العربية (إبراهيم، 2007؛ Ibrahim and Handoo, 2007). وللنيماتودا عوائل نباتية أخرى تقع ضمن العائلة الرمرامية (Fam:Chenopodiaceae) والعائلة الخردلية (Fam:Brassicaceae).

11. نيماتودا الحوصلات ***Heterodera rosii***

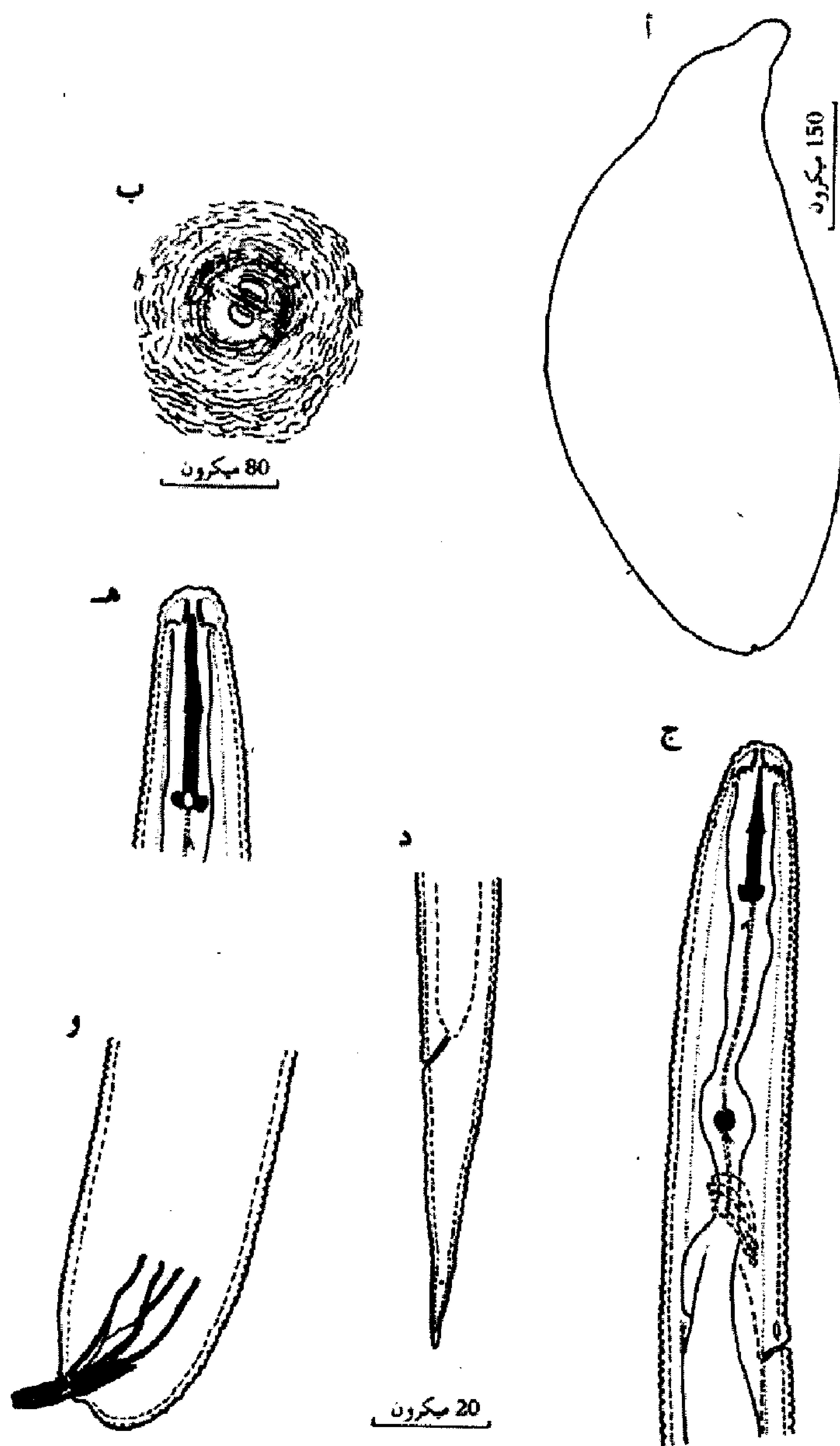
وجدت هذه النيماتودا (شكل 17) متطفلة على جذور حشيشة الحندقوق المر *Melilotus indica* في مركز رشيد بمحافظة البحيرة بمصر (Ibrahim *et al.*, 1986؛ Ibrahim (Dawabah), 1989؛ Ibrahim and Handoo, 2007). تتميز حوصلات هذه النيماتودا بالشكل الليموني المتطاول قليلاً، وبطولها النسبي (1,05– 1,32 مم) مقارنة ببعض الأنواع الأخرى من الجنس *Heterodera* (شكل 17). تضع الأنثى جزءاً من البيض خارج الجسم في كتلة جيلاتينية (شكل 18)، ثم تموت الأنثى بعد ذلك محتفظة بأغلب البيض داخلها، وتتصلب جدرها متحولة إلى حوصلة بيضاء، يتغير لونها بعد ذلك من اللون الأبيض الكريمي إلى الأصفر فالبني. يوجد نصفي نافذة بالقمع الفرجي، ويبلغ طول الفتحة التناسلية 41– 52 ميكرون، والقنطرة وتحت القنطرة موجودتان، والأجسام البيولية عديدة (شكل 19) (Ibrahim (Dawabah), 1989).

11- 1. المدى العوائلي Host range

في مصر، وجد المدى العوائلي لهذه النيماتودا على 20 صنفاً نباتياً بقولياً تنتمي إلى فول الصويا، والعدس، والترمس، والبازلاء، والفاصوليا الخضراء، والحلبة، والبرسيم المصري، والفول البلدي، والحندقول المر (العائل الذي اكتشفت عليه لأول مرة في مصر)، ووجد أنه من بين جميع الأصناف العشرين المختبرة لم تتكاثر النيماتودا إلا على الحندقوق المر، والفاصوليا الخضراء (أصناف: جيزة 3، وContender، وSwiss Blane) (Ibrahim (Dawabah), 1989) .

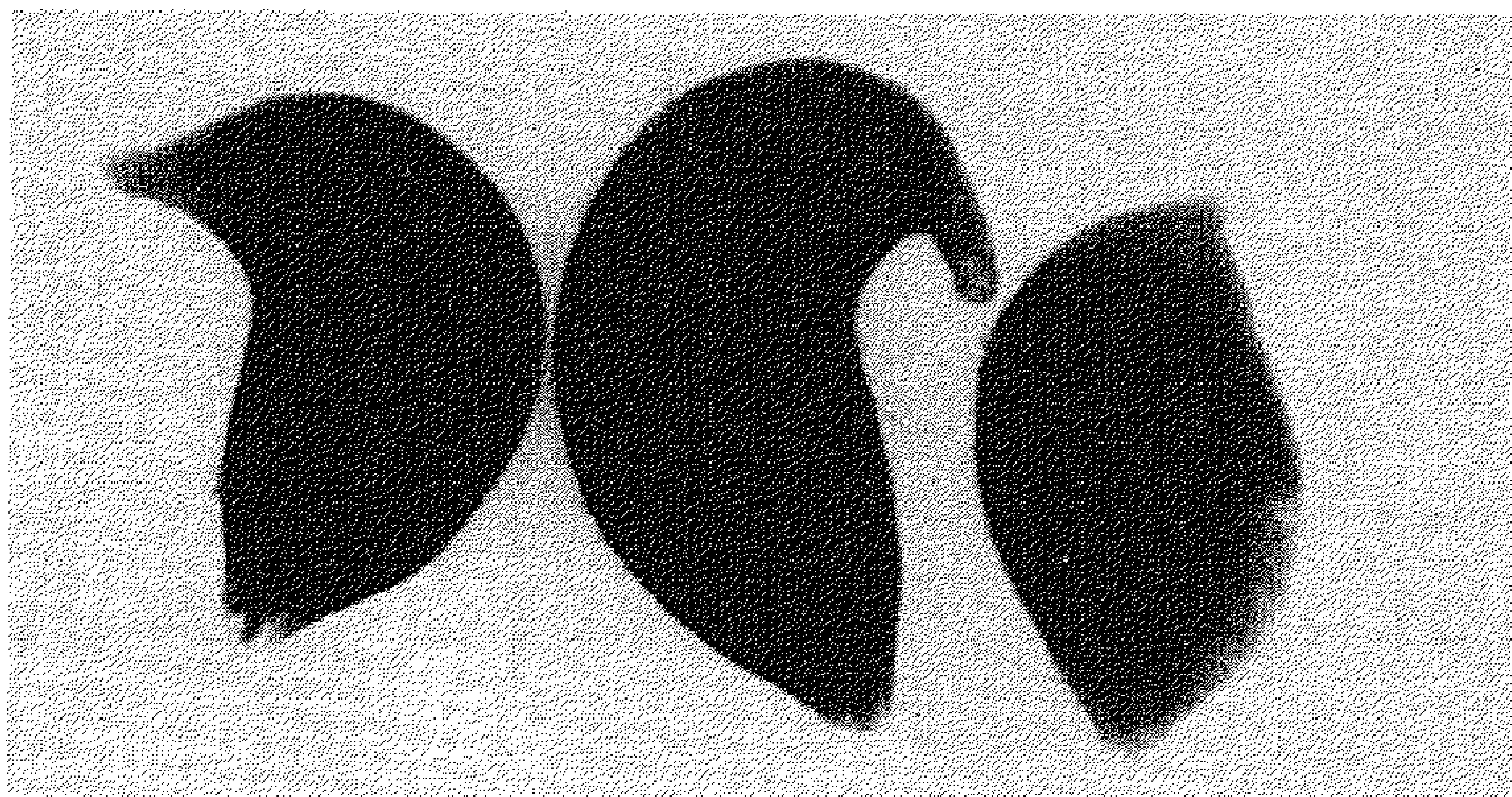
11- 2. دورة الحياة Life cycle

في مصر (Ibrahim (Dawabah), 1989) درست دورة حياة نيماتودا الحوصلات *H. rosii* داخل جذور حشيشة الحندقوق المر (العائل الرئيسي) في أصص مملوءة بتربة ملوثة طبيعياً بالنيماتودا تم جمعها من الحقل، ووجد أن دورة الحياة قد استغرقت 35 يوماً منذ بزوغ البادرات وحتى ظهور طور الإناث واضعة البيض. شوهدت يرقات الطور الثاني داخل الجذور موازية للاسطوانة الوعائية ورؤوسها منغمسة فيها بعد سبعة أيام من بزوغ البادرات (شكل 20: أ). وبعد سبعة أيام أخرى، حدث الانسلاخ الثاني، وتطورت اليرقات إلى الطور اليرقي الثالث (شكل 20: ب). حدث الانسلاخ الثالث، وظهرت يرقات الطور الرابع في اليوم الحادي والعشرين بعد بزوغ البادرات (شكل 20: ج). شوهدت الإناث الكاملة بارزة بمؤخرة جسمها من الجذور (شكل 20: د) بعد 35 يوماً من بزوغ البادرات، وفي هذا الطور شوهدت كتل البيض تحتوي على عدد قليل من البيض ملتصقة بالنهاية الخلفية للإناث. تطورت بعد ذلك الإناث واضعة البيض إلى طوري الحوصلات البيضاء ثم الصفراء المملتئة بالبيض بعد 42 و49 يوماً (شكل 20: هـ)، على الترتيب، من بزوغ البادرات. وأخيراً شوهدت الحوصلات البنية الناضجة (شكل 20: و) على الجذور وفي التربة بعد 63 يوماً من بزوغ البادرات.

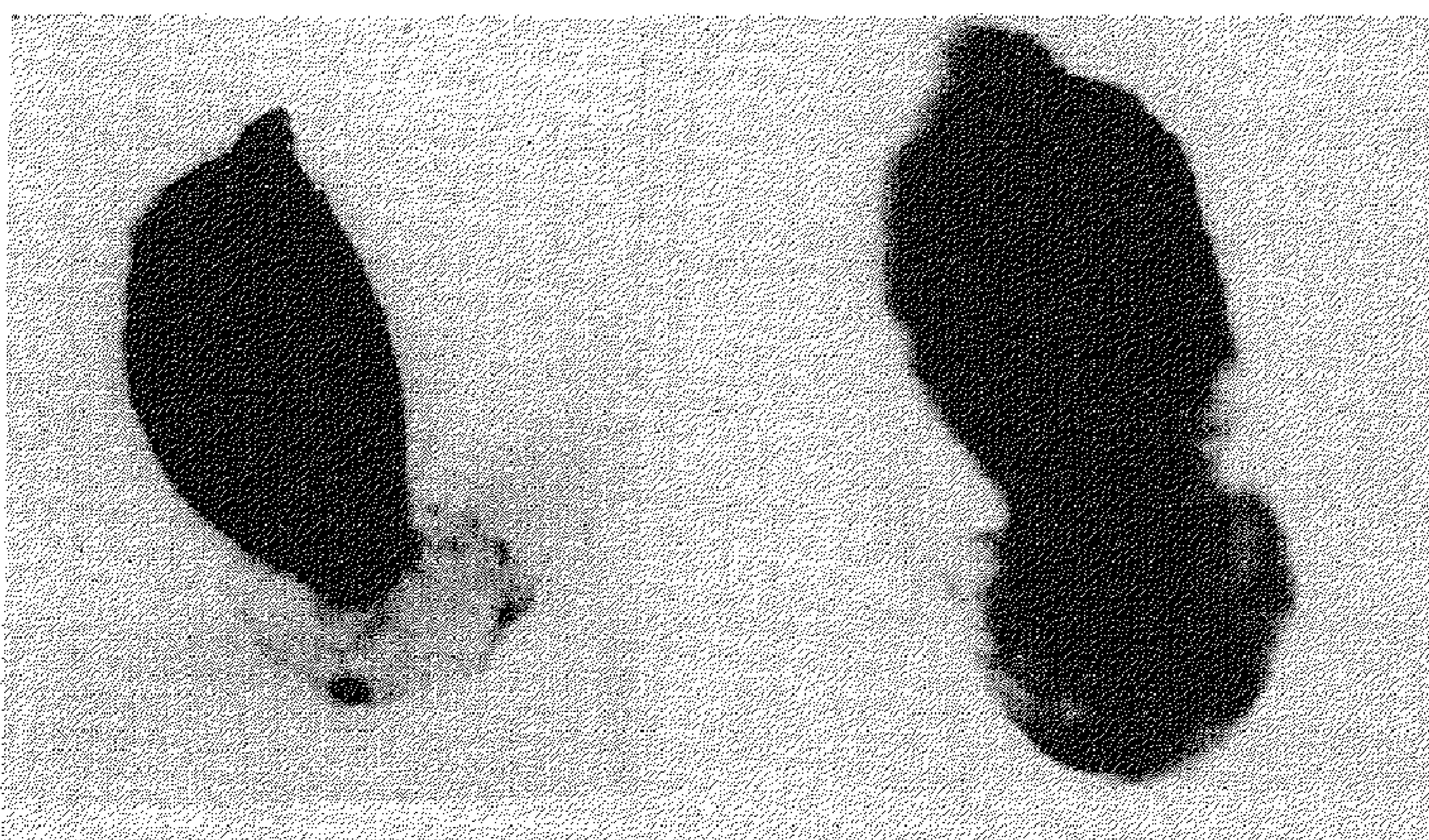


شكل **16**. نيماتودا حوصلات بنجر السكر *Heterodera schachtii*: أ) أنثى ناضجة، ب) القمع الفرجي للحوصلة، ج- مقدمة جسم الطور اليرقي الثاني، د) الذيل في الطور اليرقي الثاني، هـ) مقدمة جسم الذكر، و) الذيل في الذكر.

(دوابة واليحيى، 2008)

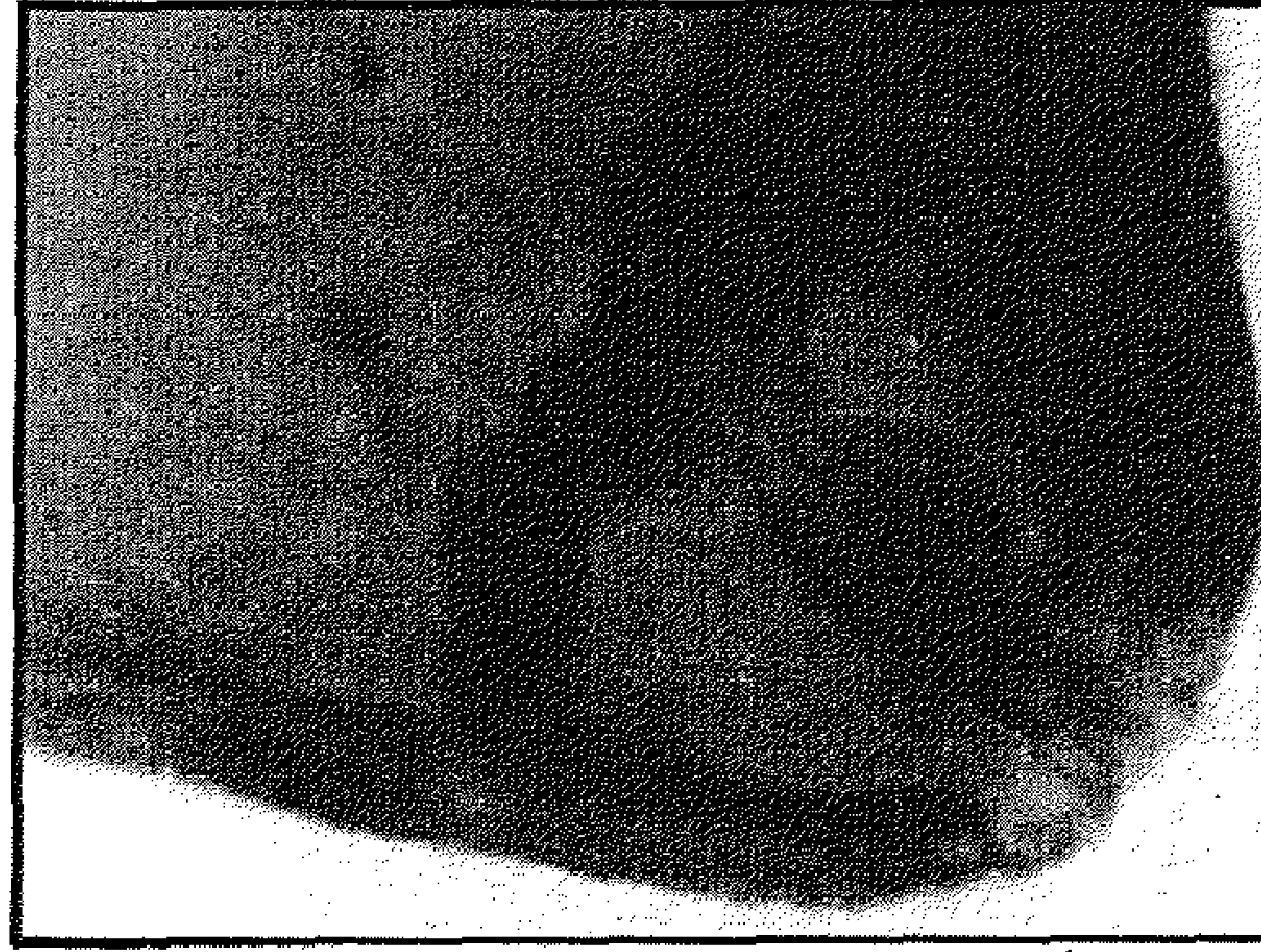


شكل **17**. الحوصلات البنية الناضجة لنيماتودا الحوصلات *Heterodera rosii*.
(Ibrahim (Dawabah), 1989)



شكل **18**. الإناث الناضجة لنيماتودا الحوصلات *Heterodera rosii*، ويشاهد كتل البيض ملتصقة بمؤخرة جسمها.

(Ibrahim (Dawabah), 1989)



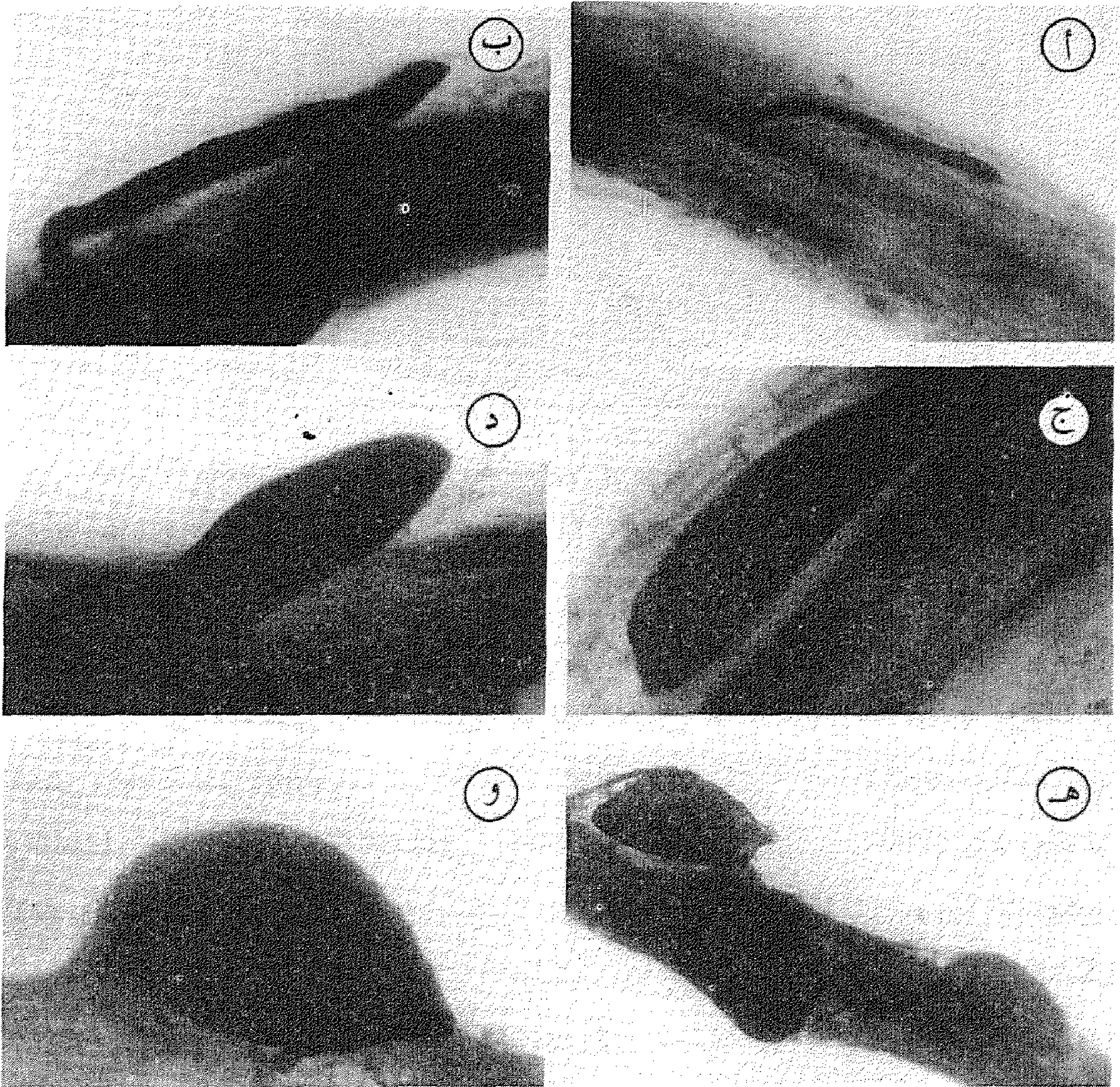
شكل **19**. القمع الفرجي في حوصلات نيماتودا الحوصلات *Heterodera rosii*.
(Ibrahim (Dawabah), 1989)

12. نيماتودا حوصلات فول الصويا *Heterodera glycines*

العائل الأساسي لهذه النيماتودا هو فول الصويا *Glycine max*، ولكنها سجلت في مصر متطفلة على نباتات اللوبيا (Diab, 1968؛ عتريس، 2004)، والبرسيم المصري، والطماطم، والبطاطس، والذرة الشامية (Elmiligy, 1968؛ عتريس، 2004). وقد وجد أن للعشيرة المصرية من هذه النيماتودا القدرة على التكاثر على صنفي فول الصويا الأمريكيين "Dyer" و"Pikkett" المقاومين للعشيرة الأمريكية منها، كما وجد أن هناك فروقاً في الشكل المورفولوجي والقياسات المورفومترية بين العشيرتين المصرية والأمريكية من هذه النيماتودا (Ghorab, 1972). أيضاً، وجد أن إصابة نباتات اللوبيا بهذه النيماتودا تؤدي إلى تأخر تكشف الأوراق والبراعم الزهرية، ونقص في أعداد البراعم الزهرية والقرون في النباتات المصابة (Ghorab, 1972).

13. نيماتودا حوصلات بازلاء الحمام *Heterodera cajani*

تم تسجيل هذا النوع من النيماتودا على نباتات اللوبيا في مصر عام 1974 (Aboul-Eid and Ghorab, 1974)، ثم سُجل في 16 محافظة مصرية في عام 1991 (Hasabo, 1991).



شكل **20**. دورة حياة نيماتودا الحوصلات *Heterodera rosii* داخل جذور حشيشة الحندقوق المر *Melilotus indica*: أ) الطور اليرقي الثاني ممدداً في نسيج القشرة موازياً للاسطوانة الوعائية ورأسه منغمسة فيها بعد سبعة أيام من بزوغ البادرات فوق سطح التربة، ب) الطور اليرقي الثالث بعد 14 يوماً من بزوغ البادرات، ج) الطور اليرقي الرابع بعد 21 يوماً من بزوغ البادرات، د) الإناث الكاملة وقد برزت بمؤخرة جسمها من الجذور بعد 35 يوماً من بزوغ البادرات ، هـ) الحوصلات البيضاء على سطح الجذر من الخارج أو بارزة فقط بمؤخرة جسمها بعد 42 يوماً من بزوغ البادرات ، و) الحوصلات البنية على سطح الجذر من الخارج بعد 63 يوماً من بزوغ البادرات. (بتصرف عن: Ibrahim (Dawabah), 1989)

وقد وجد أن لهذه النيماتودا القدرة على التكاثر جيداً على نباتات بازلاء الحمام، كما تتكاثر بدرجة متوسطة على كل من: اللوبيا، واللبلاب، وبازلاء الأكل، والحلبة، والفول البلدي، وبدرجة ضعيفة على كل من: البرسيم المصري، والعدس، والترمس، والفول السوداني، بينما لا تتكاثر على البرسيم الحجازي (Hasabo, 1991). وتؤدي الإصابة بهذه النيماتودا إلى خفض أوزان نباتات اللوبيا، وكذلك خفض إنتاجها من القرون بدرجة تتناسب طردياً مع كثافتها الابتدائية في التربة. كما وجد أن للنيماتودا القدرة أيضاً على خفض تركيزات عناصر النحاس، والآزوت، والزنك، والفوسفور، والمنجنيز في جذور نباتات اللوبيا المصابة، وكذلك خفض تركيز عنصر البوتاسيوم في الأوراق، وعنصر الزنك في البذور (Hasabo, 1991).

14. نيماتودا حوصلات الخردليات *Heterodera cruciferi*

وجدت هذه النيماتودا متطفلة على جذور القرنبيط *Brassica oleracea* cv. *capitata* في ليبيا (Edongali and Dabaj, 1982).

15. نيماتودا الحوصلات المتوسطية *Heterodera mediterranea*

وجدت هذه النيماتودا متطفلة على جذور الزيتون *Olea europaea* L. في الأردن (Lamberti and Vovlas, 2008).

16. نيماتودا حوصلات البانيكم *Heterodera goldeni*

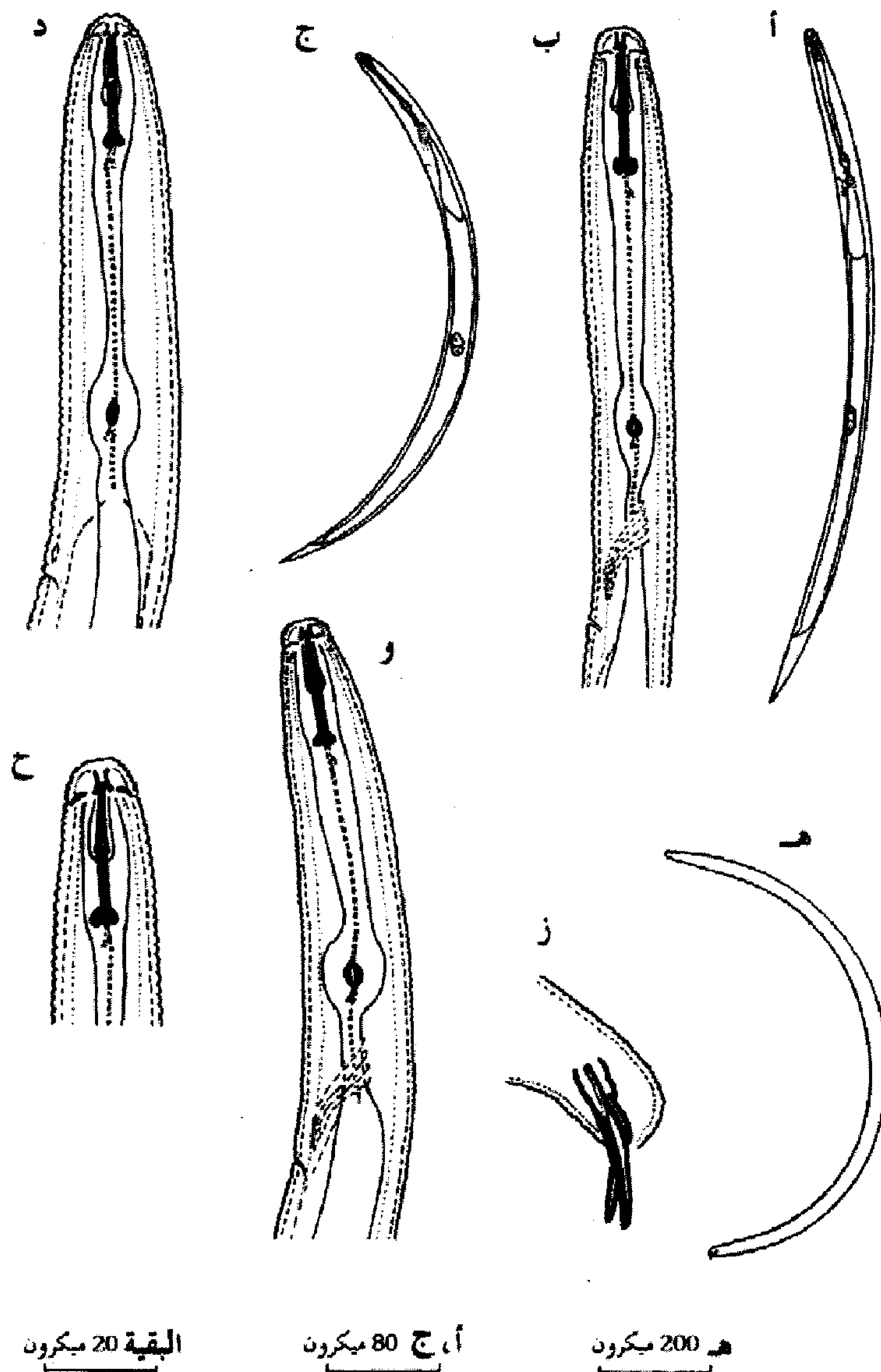
وصفت هذه النيماتودا لأول مرة كنوع جديد من محافظة الإسكندرية بمصر، حيث وجدت متطفلة على حشيشة القصبة (البانيكم) *Panicum coloratum* (Handoo and Ibrahim, 2002؛ عتريس، 2004). وفي فلسطين المحتلة، وجدت هذه النيماتودا على حشيشة كيكويو (kikuyu grass) *Pennisetum clandesitinum*، كما وجد أنها قد تكاثرت بنجاح على جذور نباتات قصب السكر في دورة حياة استغرقت شهرين (Tanha Maafi *et al*., 2007). الحوصلات ليمونية الشكل، ذات لون بني خفيف أو داكن قليلاً،

والقمع الفرجي للحوصلة ذو نصفي نافذة، ويحتوي على تحت قنطرة ذات بروز يشبه الإصبع، وأجسام بيولية، ويتراوح طول الفتحة التناسلية بين 44 و 48 ميكرون (Handoo and Ibrahim, 2002).

17. نيماتودا حوصلات البطاطس

Globodera rostochiensis* and *G. pallida

نشأ النوعان *G. rostochiensis* و*G. pallida* (شكل 21) على عائلهما الرئيسي وهو البطاطس في أمريكا الجنوبية، ومن هناك بدأ في الانتشار والانتقال إلى معظم بلدان العالم عن طريق الدرنات المصابة، أو الحوصلات الموجودة في حبيبات التربة الملوثة لهذه الدرنات أو المنتجات الزراعية الأخرى. وينتشر التلوث بهذه النيماتودا في ثماني وخمسين دولة أو أكثر (EPPO, 1992)، إلا أن النوع *G. rostochiensis* هو الأكثر شيوعاً وانتشاراً. وقد يظهر النوعان معاً في الحقل نفسه، بل وفي هكتار واحد داخل الحقل نفسه، ويبدو أن هذا الظهور تحكمه صفة المقاومة أو القابلية للإصابة لمحصول البطاطس المعتاد زراعته في هذا الحقل (Whitehead and Westerdijk, 1987). ومن الجدير ذكره أنه لا يمكن حدوث تزاوج ناجح بين النوعين: *G. rostochiensis*، و*G. Pallida* (Parrot, 1972)، كما يحتوي كلا النوعين على عدد من السلالات التي يصعب التفريق بينها بوضوح حتى الآن. وفي الوطن العربي، سجل النوع *G. rostochiensis* في كل من: مصر (Ghorab, 1978؛ EPPO, 2009)، والجزائر، ولبنان، وليبيا، والمغرب، وتونس، وفلسطين المحتلة (EPPO, 2009). كما سجل النوع *G. pallida* في كل من: الجزائر وتونس (Jatala and Bridge, 1990؛ EPPO, 2009).



شكل **21**. نيماتودا حوصلات البطاطس من النوع *G. pallida*: أ) الطور اليرقي الثاني، ب) مقدمة الجسم في الطور اليرقي الثاني، خ) مقدمة جسم الذكر. ونيماتودا حوصلات البطاطس من النوع *G. rostochiensis*: ج) الطور اليرقي الثاني، د) مقدمة الجسم في الطور اليرقي الثاني، هـ) ذكر، و) مقدمة الجسم في الأنثى، ز) الذيل في الذكر.
(دوابة واليحيى، 2008)

17- 1. المدى العوائلي وتوزيع النيماتودا في التربة
Host range and distribution in Soil

تتكاثر نيماتودا حوصلات البطاطس على نباتات العائلة الباذنجانية، وبخاصة البطاطس، والطماطم، والباذنجان *Solanum melongena*، والأنواع البرية من جنسي *Solanum* و*Lycopersicon*. وتأتي الأهمية الاقتصادية الكبرى لهذه النيماتودا من كونها أهم آفات البطاطس على المستوى العالمي، كما أنها قد تسبب أضراراً كبيرة أيضاً للطماطم والباذنجان. وفيما يتعلق بمحصول البطاطس فإن جميع أجزاء النبات تحت سطح التربة (جذور ومدادات ودرنات) معرّضة للعدوى والإصابة بالنيماتودا، ولو أن حوصلات النيماتودا تشاهد بأكثر ما يمكن على الجذور المتعمقة في التربة، حيث إن الإصابات الشديدة تتركز عادة في قطاع التربة الرأسي على عمق 20- 50 سم من سطح التربة. ويتوقف توزيع الحوصلات في التربة على مقدرة الجذور في التعمق إلى أسفل داخل قطاع التربة، وعلى التاريخ المحصولي السابق للبطاطس في الأرض، وكذلك على عمق الحرث وقابلية محصول البطاطس المزروع للإصابة (دوابة واليحيى، 2008).

17- 2. الضرر والفقد في المحصول Damage and yield losses

تنمو أصناف البطاطس غير المتحملة للإصابة بطيئة إذا زرعت في أرض شديدة التلوث بنيماتودا حوصلات البطاطس، وذلك بسبب تقزم الجذور نتيجة لإصابتها بالنيماتودا، الأمر الذي يحد من قدرتها على امتصاص الماء والعناصر المغذية من التربة. وتبدو على الجذور شديدة الإصابة مظاهر عرض "فرشاة الزجاج"، كما تتلون باللون البني أيضاً، ونتيجة لذلك تخرج بادرات البطاطس بطيئة من التربة وتظل صغيرة متقزمة، وقد تذبل تلك البادرات خاصة في الأجواء الجافة، وتظهر عليها أعراض نقص العناصر، بالرغم من توفر جميع العناصر الغذائية بالتربة. ومن أكثر أعراض نقص العناصر التي يمكن مشاهدتها على هذه النباتات هي أعراض نقص النيتروجين والماغنيسيوم، وقد تشيخ النباتات المصابة قبل وصولها إلى طور النضج، وربما يعود ذلك إلى زيادة قابليتها للإصابة بمرض الذبول الفيرتسيليومي (*Verticillium* wilt) نتيجة لسابق إصابتها بالنيماتودا.

تظل الدرنات المتكونة صغيرة الحجم، ويظهر سطحها الخارجي مغطى بإناث وحوصلات النيماتودا في منتصف الموسم. قد تظهر قشرة الدرنات بعد ذلك ملطخة بالألوان الحمراء، ومنقرة بنقر صغيرة كانت من قبل مشغولة بالإناث التي تركتها وسقطت في التربة بعد تحولها إلى حوصلات تاركة أماكنها فارغةً تمثلها هذه النقر. وينعكس كل ما سبق في النهاية سلبياً على محصول درنات البطاطس كماً ونوعاً. وتتناسب شدة الأعراض والفقد المحصولي في درنات البطاطس مع عدد بيض النيماتودا الحي في التربة، أو بتعبير أدق مع عدد يرقات الطور الثاني حديثة الفقس في التربة (دوابة واليحيى، 2008).

17- 3. المكافحة Control

يمكن مكافحة هذه النيماتودا باستخدام أسلوب الدورة الزراعية، وزراعة الأصناف المقاومة، واستخدام بعض الطرق الزراعية كزراعة المحاصيل الصائدة Trap crops، وتشميس التربة، كما يمكن استخدام المبيدات النيماتودية في المكافحة، ولكن مع اتخاذ الحذر الشديد فيما يتعلق بنوع المبيد المستخدم بحيث لا يكون من نوعية المبيدات ذات الأثر المتبقي الطويل بسبب طبيعة محصول البطاطس كمحصول درنات لا يبقى طويلاً في التربة. كما يمكن أيضاً استخدام طرق المكافحة الحيوية سواءً باستخدام الفطريات المتطفلة على النيماتودا، أو غيرها، متى توفرت (دوابة واليحيى، 2008).

18. المراجع References

إبراهيم، إبراهيم خيري عتريس. 2007. أمراض وآفات محاصيل الحقل وطرق المقاومة. منشأة المعارف. الإسكندرية، مصر. 319 صفحة.

إبراهيم، أحمد عبد السميع، أحمد سعد الحازمي، وفهد عبد الله اليحيى. 1999. المرشد العملي في تشخيص أمراض النبات النيماتودية. نشرة إرشادية رقم 82. مركز الإرشاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود. مطابع جامعة الملك سعود. الرياض، المملكة العربية السعودية. 76 صفحة.

اسماعيل، محمد فرحان، محمد هشام الزينب وأحمد الأحمد. 2003. مسح حقلي للنيماتودا المنتشرة في حقول العدس في محافظتي حلب و إدلب، سورية. ملخصات المؤتمر العربي الثامن لعلوم وقاية النبات. 12- 16 أكتوبر 2003. البيضاء، ليبيا.

البلخي، منهل، فيصل الفرواتي، عبد الرحمن قطميش وعبد الرزاق الناقوح. 2006. تقصي مدى انتشار نيماتودا حوصلات الشوندر السكري/البنجر في سورية. ملخصات بحوث المؤتمر العربي التاسع لعلوم وقاية النبات. 19–23 نوفمبر، 2006. الجمعية العربية لوقاية النبات. قصر المؤتمرات، دمشق، سورية.

الحازمي، أحمد سعد وأحمد عبد السميع محمد إبراهيم. 2000. تحديد الطراز الإمراضي لنيماتودا حوصلات الحبوب (*Heterodera avenae*) بالمملكة العربية السعودية. ملخصات بحوث المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات. 22–26 أكتوبر، 2000. الجمعية العربية لوقاية النبات. عمان، الأردن.

الحازمي، أحمد سعد وأحمد عبد السميع محمد دوابة. 2006. تأثير اليوريا وبعض الأسمدة المركبة في درجة إصابة القمح بنيماتودا حوصلات الحبوب. ملخصات بحوث المؤتمر العربي التاسع لعلوم وقاية النبات. 19–23 نوفمبر، 2006. الجمعية العربية لوقاية النبات. قصر المؤتمرات، دمشق، سورية.

الحازمي، أحمد سعد وأحمد عبد السميع محمد دوابة. 2009. تأثير اليوريا ومبيد الفيناميفوس المشترك على نيماتودا حوصلات الحبوب ونمو وإنتاجية القمح. ملخصات بحوث اللقاء الرابع والعشرين للجمعية السعودية لعلوم الحياة. جامعة طيبة والجمعية السعودية للتقنية الحيوية. 7- 9 إبريل 2009. المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية.

حسن، غسان عبد الباقي. 2008. دراسة بيئية وحيوية لنيماتودا الحوصلات *Heterodera* spp. على محصول القمح في محافظة الحسكة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة دمشق. دمشق، سورية.

دوابة، أحمد عبد السميع، وفهد عبد الله اليحيى. 2008. مكافحة نيماتودا النبات (مترجم). إدارة النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود. الرياض، المملكة العربية السعودية. 875 صفحة.

رماح، عبد الله. 1994. نيماتودا الحوصلات في المغرب. مجلة وقاية النبات العربية 12: 66.

العابد، عادل، أحمد الرداد ولما البنا. 2000. انتشار النيماتودا الحوصلية *Heterodera latipons* على الشعير في الأردن. مجلة وقاية النبات العربية 2: 107 (ملخص).

عتريس، إبراهيم خيري. 2004. نيماتودا المحاصيل الزراعية: الأمراض والمقاومة. منشأة المعارف. الإسكندرية، مصر. 342 صفحة.

عثمان، أحمد أحمد، صلاح أحمد سليمان ومدحت محمود بلال. 1994. مكافحة نيماتودا حويصلات القمح باستخدام المبيدات النيماتودية الجهازية في منطقة القصيم. ملخصات بحوث الندوة السعودية الخامسة عشرة لعلوم الحياة. 29- 31 مارس 1994. كلية العلوم التطبيقية، جامعة أم القرى. مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

عثمان، أحمد أحمد ومدحت محمود بلال.1996. تأثير معاملة التربة بالطاقة الشمسية ومعاملات بقايا المحصول على مكافحة نيماتودا حوصلات القمح في منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية. ملخصات بحوث الندوة السابعة عشرة لعلوم الحياة. 28- 30 مايو 1996. الجمعية السعودية لعلوم الحياة. كلية الزراعة والطب البيطري، فرع جامعة الملك سعود بالقصيم. بريدة، المملكة العربية السعودية.

مقابلي، عيسى. 2006. التوزيع الجغرافي لنيماتودا حويصلات الحبوب *Heterodera avenae* و*H. latipons* بالجزائر وقابلية بعض أصناف الحبوب للإصابة. ملخصات بحوث المؤتمر العربي التاسع لعلوم وقاية النبات. 19–23 نوفمبر، 2006. الجمعية العربية لوقاية النبات. قصر المؤتمرات، دمشق، سورية.

اليحيى، فهد عبد الله، أحمد سعد الحازمي وأحمد عبد السميع إبراهيم. 1997. نيماتودا حوصلات الحبوب في المملكة العربية السعودية. نشرة إرشادية رقم 48، مطابع جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، الرياض.

يوسف، جمال محمد .1987. تأثير تعداد نيماتودا حوصلات الحبوب في البقع المصابة في حقول القمح على نمو النبات والمحصول .الجمعية السعودية لعلوم الحياة، ملخصات الندوة العاشرة 20- 22 ابريل 1987. جدة، المملكة العربية السعودية.

Abadir, Siham, K. 1986. Studies on the corn cyst nematode, *Heterodera zeae*: infera-species variation in some Egyptian populations. Ph. D. Thesis. Fac. Agric., Cairo Univ. Cairo, Egypt.

Abidou, H., A. El-Ahmed, J.M. Nicol, N. Bolat, R. Rivoal and A. Yahyaoui. 2005. Occurrence and distribution of species of the *Heterodera avenae* group in Syria and Turkey. Nematologia mediterranea, 33: 195-201.

Aboul-Eid, H.Z. and A.I. Ghorab. 1974. The occurrence of *Heterodera zeae* in maize fields in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 13: 51-61.

Aboul-Eid, H.Z. and A.I. Ghorab. 1981. Pathological effects of *Heterodera cajani* on cowpea. Plant Disease Reporter, 58: 1130-1133.

Al-Hazmi, A.S., A.A.M. Ibrahim and A.T. Abdul-Razig. 1994. Occurrence, morphology and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley in Saudi Arabia. Pakistan Journal of Nematology, 12: 117-129.

Al-Hazmi, A.S., A.A.M. Ibrahim and F.A.Al-Yahya. 1997. Development of the cereal cyst nematode on wheat and barley under field conditions in central Saudi Arabia. Journal of King Saud Univ. Vol. 11, Agriculture Science, (1): 39-46.

Al-Hazmi, A.S., F.A. Al-Yahya and A.T. Abdul-Razig. 1999. Damage and reproduction potentials of *Heterodera avenae* on wheat under outdoor conditions. Journal of Nematology, (4S): 662-666.

Al-Hazmi, A.S., R. Cook and A.A.M. Ibrahim. 2001. Pathotype characterization of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae*, in Saudi Arabia. Nematology, 3: 379-382.

Al-Rehiayani, S.M. 2001. Influence of ethoprop, fenamiphos, carbofuran, and oxamyl on *Heterodera avenae* populations and yield of wheat. Phytopathology, 91: S. 129 (Abstr.).

Al-Rehiayani, S.M. 2007. Genetic differences among cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) populations in central Saudi Arabia using ITS-rDNA sequences. International Journal of Nematology, 17: 124-129.

Al-Rehiayani, S.M and M. Motawei. 2003. Identification of cereal cyst nematodes in central Saudi Arabia using rDNA internal transcribed spacer region and RAPD markers. Advanced Agricultural Research, Egypt, 8: 397-407.

Al-Yahya F.A., A.A. Alderfasi, A.S. Al-Hazmi, A.A.M. Ibrahim and A.T. Abdul-Razig. 1998. Effect of the cereal cyst nematode on growth and physiological aspects of wheat under field conditions. Pakistan Journal of Nematology, 16: 55-62.

Amir, J. and T.R. Sinclair. 1996. Cereal cyst nematode effects on wheat water use and on root and shoot growth. Field Crop Research, 47: 13-19.

Barker, K. R. and J. P. Noe. 1987. Establishing and using threshold populations levels. Pp. 75-81. In: J.A. Veech and S.W. Dickson (Eds.). Vistas on Nematology. Society of Nematology. Maryland, USA.

Barr, A.R., K.J. Chalmers, A. Karakousis, J.M. Kretschmer, S. Manning, R.C.M. Lance, J. Lewis, S.P. Jefferies and P. Langridge. 1998. RFLP mapping of a new cereal cyst nematode resistance locus in barley. Plant Breeding, 117: 185-187.

Bekal, S., J.P. Gauthier, and R. Rivoal. 1997. Genetic diversity among a complex of cereal cyst nematodes inferred from RFLP analysis of the ribosomal internal transcribed spacer region. Genome, 40: 479-486.

Brown, R. H. 1984. The ecology and control of cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in Southern Australia. Journal of Nematology, 16: 216-222.

Brown, R.H. 1987. Control strategies of low value crops. Pp. 351-387 In: R.H. Brown and B.R. Kerry (Eds.). Principles of Practice of Nematode Control in Crops. Acad. Press.

Brown, R.H. and R.M. Young. 1982. Katyil, a wheat resistant to cereal cyst nematode. Agnote Department of Agriculure. Vectoria. Agdex 112/38. 2 pp.

Cook, **R and A.S. Al-Hazmi. 1997**. Characterization of a pathotype of cereal cyst nematode, *Heterodera avenae*, from Central Saudi Arabia. Journal of Nematology, 29: 574 (Abstr.).

Cooper, B.A. 1955. A preliminary key to British species of *Heterodera* for use in soil examination. in: D.K.McE. Kevan (Ed.). *Soil Zoology*. Butterworths, London.

Davis, E.E. and R.C. Venette. 2004. Mediterranean cereal cyst nematode, *Heterodera latipons* Franklin [Nematoda: Heteroderidae]. http//:www.aphis.usda.gov./plant_health/plant_pest_info/pest_detection/downloads/pra/haltiponspra.pdf.

Dawabah, A.A.M. and A.S. Al-Hazmi. 2007. Spreading of cereal cyst nematode with potato seed tubers in Saudi Arabia. Pakistan Journal of Nematology., 25: 339-340.

Dawabah, A.A.M., A.S. Al-Hazmi and S. Al-Shawy. 2007. Two new host records of cereal cyst nematode in Saudi Arabia. Pakistan Journal of Nematology, 25: 343.

Delibes, A., D. Romero, S. Aguaded, A. Duce, M. Mena, I. Lopez-Brana, M.F. Andres, J. A. Martinsanchez and F. Garciaolmedo. 1993. Resistance to the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll.) transferred from the wild grass *Aegilops ventricosa* to hexaploid wheat by a stepping-stone procedure. Theor. Applied Genetics, 87: 402-408.

Dhawan, S. C. and C. L. Sethi. 1983. Resistance in barley to cereal cyst nematode *Heterodera avenae*. Indian Journal of Nematology, 13: 235-237.

Dhawan, S.C. and M. Nagesh. 1987. On the relationship between population densities of *Heterodera avenae*, growth of wheat and nematode multiplication. Indian Journal of Nematology, 17: 231-236.

Diab, K.A. 1968. Occurrence of *Heterodera glycines* from the golden island, Giza, U.A.R. Nematologica, 14: 148.

Dixon, G.M. 1969. The effect of cereal cyst eelworm on spring sown cereals. Plant Pathology, 18: 109-112.

Dorhout, R., F.J. Gommers and C. Kolloffel. 1991. Water transport through tomato roots infected with *Meloidogyne incognita*. Phytopathology, 81: 379-385.

Eastwood, R.F., E.S. Lagudah and R. Appels. 1994. A directed search for DNA sequences tightly linked to cereal cyst nematode resistance genes in *Triticum tauschii*. Genome, 37: 311-319.

Eastwood, R.F., E.S. Lagudah, R. Appels, M. Hannah and J.F. Kollmorgen. 1991. *Triticum tauschii*, a novel source of resistance to cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*). Australian Journal of Agricultural Research, 42: 69-77.

Edongali, E.A. 1986. Cyst forming nematodes in Lybia. In: F. Lamberti and C.E. Taylor (Eds.). *Cyst Nematodes*. Plenum Publ. Corp. New York, USA.

Edongali, E.A. and M. Dabaj. 1982. Cauliflower (*Brassica oleracea* cv. *capitata*) cyst nematode in Lybia. Lybia Journal of Agriculture, 11: 205.

Elmiligy, I.A. 1968. The occurrence of *Heterodera glycines* on *Trifolium alexandrinum* in U.A.R. Nematologica, 14: 592-593.

EPPO. 1992. Distribution of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. Reporting Serv. 523/16, EPPO Secretariat, Paris.

EPPO. 2009. Data sheets on quarantine pests: *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. http://www.nike.piorin.gov.pl/phkn/admin/file.php?context=global&action=get&file_id=399.

Farahat, A.A., A.M. Kheir and S.K. Abadir. 1988. tudies on the CCN, *Heterodera zeae* in Egypt. 3- Post infection development of four populations of the corn cyst nematode, *Heterodera zeae* on corn. Bulletin of Faculty of Agriculture, Cairo University: 373-379.

Ferris, V.R., S.A. Subbotin, A. Ireholm, Y. Spiegel, J. Faghihi, and J.M. Ferris. 1999. Ribosomal DNA sequence analysis of *Heterodera filipjevi* and *H. latipons* isolates from Russia and comparisons with other nematode isolates. Russian Journal of Nematology, 7: 121-125.

Franklin, M.T. 1969. *Heterodera latipons* n. sp., a cereal cyst nematode from the Mediterranean region. Nematologica, 15: 535-542.

Gair, R. 1965. Cereal root eelworm. Pp. 199-211 *in*: J.F. Southey (Ed.). *Plant Nematology* (2nd ed.). Tech. Bull # 7. Min. Agric. London.

Ghorab, A.I. 1972. Morphological and biological studies on the Egyptian population of the soybean cyst nematode *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952. M. Sc. Thesis. Fac. of Agric. Cairo Univ. Cairo, Egypt.

Ghorab, A.I. 1978. Studies on certain cyst-forming nematodes belonging to *Heterodera* and *Globodera*. Ph. D. Thesis. Fac. of Agric. Ain Shams Univ. Cairo, Egypt.

Gill, J.S. and G. Swarup. 1971. On the host range of cereal cyst nematode, *Heterodera avenae*, the causal organism of 'molya' disease of wheat and barley in Rajasthan, India. Indian Journal of Nematology, 1: 63-67.

Glaba, B. and J. Kus. 1990. Wplyw udzialu zboz w strukturge zasiewow na zasiediemie gieby prezezmatwika. Parniethik Pulawski, 94: 145-159.

Golden, A.M. 1986. Morphology and identification of cyst nematodes. Pp. 24-25 In: F. Lamberti and C.E. Taylor (Eds.). Cyst Nematodes. Plenum Publ. Corp. New York, USA.

Greco, N., M. Di Vito, M.C. Saxena and M.V. Reddy. 1988. Effect of *Heterodera ciceri* on yield of chickpea and lentil and development of this nematodes on chickpea in Syria. Nematologia mediterranea, 34: 98-114.

Greco, N., M. Di Vito, M.V. Reddy and M.C. Saxena. 1984. A preliminary report of survey of plant parasitic nematodes of leguminous crops in Syria. Nematologia mediterranea, 12: 87-93.

Greco, N., M. Di Vito, M.V. Reddy and M.C. Saxena. 1986. Effect of Mediterranean cultivated plants on the reproduction of *Heterodera ciceri*. Nematologia mediterranea, 14: 193-200.

Greco, N., M. Di Vito, R.S. Malhotra, M.C. Saxena, G. Zaccheo, F. Catalano and S. Hajjar. 2003. Effect of population density of *Heterodera ciceri* on new resistant lines of chickpea .Nematologia mediterranea, 31: 174-180.

Greco, N., N. Vovlas. A. Troccoli, and R. N. Inserra. 2002. The Mediterranean cereal cyst nematode, *Heterodera latipons*: A menace to cool season cereals of the United States. Nematology Circular No. 221, Fl. Dept. Agric. and Cons. Svcs. Div. Plant Indust., Contr. No. 483, Bureau of Entomol., Nematol. and Plant Pathol.-Nematol. Sec. USA. 6 pp.

Handoo, Z. And I.K.A. Ibrahim. 2002. Description and SEM observtions of a new nematpode *Heterodera goldeni* (Nematoda: Heteroderidae) attacking *Panicum coloratum* in Egypt. Journal of Nematology, 34: 312-318.

Hasabo, S.A. 1991. Studies on the cyst nematodes attacking certain crops. Ph. D. Thesis. Fac. of Agric. Ain Shams Univ. Cairo, Egypt.

Holdeman, Q.L., and T.R. Watson. 1977. The oat cyst nematode (*Heterodera avenae*): A root parasite of cereal crops and other grasses. Bulletin Department of Food and Agriculture, California, USA. 82 pp.

Ibrahim, A.A.M. 1989. Interaction of plant-parasitic nemtodes on certain host plants. Ph. D. Thesis. Fac. Agric., Alexandria Univ. Alexandria, Egypt. 182 pp.

Ibrahim, A.A.M., A.S. Al-Hazmi, F.A. Al-Yahya, and A.A. Alderfasi. 1999. Damage potential and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley under Saudi field conditions. Nematology, 1: 625-630.

Ibrahim, I.K.A., M.A. Rezk and A.A.M. Ibrahim. 1986. Occurrence of the cyst nematodes *Heterodera avenae*, *H. daverti* and *H. rosii* in northern Egypt. Journal of Nematology, 18: 614 (Abstr.).

Ibrahim, I.K.A., M.A. Rezk and A.A.M. Ibrahim. 1988. Plant parasitic nematodes associated with gramineous plants in northern Egypt. Pakistan Journal of Nematology, 6: 31-37.

Ibrahim, I.K.A. and Z.A. Handoo. 2007. A survey of cyst nematodes (*Heterodera* sp.) in northern Egypt. Pakistan Journal of Nematology, 25: 335-337.

Ismail, A.E. 1990. Factors affecting virulence of *Heterodera zeae* on corn. Ph. D. Thesis. Fac. Agric., Cairo Univ. Cairo, Egypt.

Ismail, A.E., S.K. Abadir and A.M. Kheir. 1996. Reproduction potential of *Heterodera zeae* on corn under field conditions. Pakistan Journal of Nemtology, 14: 41-48.

Jahier J., P. Abelard, A.M. Tanguy, F. Debryver, R. Rivoal, S. Khatkar and H.S. Bariana. 2001. The *Aegilops ventricosa* segment on chromosome 2AS of the wheat cultivar 'VPM1' carries the cereal cyst nematode resistance gene Cre5. Plant Breeding, 120: 125-128.

Janssen, R., J. Bakker and F. Gommers. 1991. Mendelian proof for a gene-for-gene relationship between virulence of *Globodera rostochiensis* and the HI resistance gene in *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* CPC1673. Review de Nematologie, 14: 207-211.

Jatala, P. and J. Bridge. 1990. Nematode parasites of root and tuber crops. Pp. 137-180 In: M. Luc, R.A. Sikora and J. Bridge (Eds.) Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB Int. Cambrian Printers Ltd. Aberystwyth, UK.

Johnson, L. F., A. Y. Chambers and H. E. Reed. 1967. Reduction of root-knot of tomatoes with crop residues amendment in field experiments. Plant Disease Reporter, 51: 219-222.

Kachouri, N., M.M. B'Chir and A. Hajji. 2008. Effects of initial populations of *Heterodera avenae* on wheat and barley yield components and on final nematode populations under Tunisian field conditions. Tunisian Journal of Plant Protection, 3: 19-26.

Kaloshian, I., M. Greco and A.T. Saad. 1986. Hatching of cysts and infectivity of *Heterodera ciceri* on chickpea. Nematologia mediterranea, 14: 129-133.

Kaushal, K.K. and A.R. Seshadri. 1986. Evaluation of chemicals as seed-dresses against *Heterodera avenae* on wheat. Indian Journal of Nematology, 16:140.

Kerry, B.R. 1978. Natural control of the cereal cyst-nematode by parasitic fungi. Agriculture Research Council, UK Research Rev., 4: 17-21.

Kerry, B.R. and D.H. Crump. 1980. Two fungi parasitic on females of cyst nematodes (*Heterodera* spp.) Trans. British Mycological Society, 74: 119-125.

Kerry, B.R., D.H. Crump and L.A. Mullen. 1982. Studies of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae*, under continuous cereals, 1975-1978. II. Fungal parasitism of nematode females and eggs. Annals Applied Biology, 100: 489-499.

Kirkpatrick, T.L., M.W. Van-Iersel and D.M. Oosterhius. 1995. Influence of *Meloidogyne incognita* on the water relations of cotton grown in microplots. Journal of Nematology, 27: 465-471.

Kort, J. 1972. Nematode diseases of cereals of temperate climates. Pp. 97-126. In: J. M. Webster (Ed). Economic Nematology. New York, NY, USA. Acad. Press.

Kretschmer, J.M., K.J. Chalmers, S. Manning, A. Karakousis, A.R. Barr, A.K.M.R. Islam, S.J. Logue, Y.W. Choe, S.J. Barker, R.C.M. Lance and P. Langridge. 1997. RFLP mapping of the *Ha2* cereal cyst nematode resistance gene in barley. Theory of Applied Genetics, 94: 1060-1064.

Lamberti, F. and V. Vovlas. 2008. Plant parasitic nematodes associated with olive. EPPO Bulletin, 23: 481-488.

MacGowan, J.B. 1981. *Heterodera zeae*, a cyst nematode of corn. Florida Department of Agriculture & Conservitives Service. Division of Plant Industry and Nematology. Circular. No. 77. 2 pp.

Mamluk, O.F., B. Augustin and M. Bellar .1983. New record of cyst and root knot nematodes on legume crops in the dry areas of Syria. Phytopathologia mediterranea, 22: 80P.

Martin, E.M., R.F. Eastwood and F.C. Ogbonnaya. 2004. Identification of microsatellite markers associated with the cereal cyst nematode resistance gene Cre3 in wheat. Australian Journal of Agriculture Research, 55: 1205–1211.

Massoud, S.I. 1980. Nematode problems in leguminous crops with special emphasis on the Egyptian clover. Ph. D. Thesis. Faculty of Agriculture, Cairo University. Cairo, Egypt. 147 pp.

Massoud, S.I., F.H. A-Rahman and A.I. Ghorab. 1988. Studies on *Heterodera daverti* on Egyptian clover, *Trifolium alexandrinum*. Nematologia mediterranea, 16: 7-11.

Mathur, B. N., G. Swarup, G. L. Sharma and D. K. Handa. 1991. Effect of summer ploughings and nitrogenous fertilizers on the cereal cyst nematode *Heterodera avenae* and yield of wheat. Afro-Asian Journal of Nematology, 1: 108-111.

Meagher, J.W. 1972. Cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll). Studies on ecology and control in Victoria. Tech. Bull. # 24. Victoria Department of Agriculture, Australia. 50 pp.

Meagher, J.W. 1977. World dissemination of the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) and its potential as a pathogen of wheat. Journal of Nematology, 9: 9-15.

Meagher, J.W. and R.H. Brown. 1974. Microplot experiment on the effect of plant hosts on populations of the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) and on the subsequent yield of wheat. Nematologica, 20: 337-346.

Minz, G. 1956. Cyst forming nematodes in Israel. Plant Disease Reporter, 40: 971-973.

Mojtahedi, H. and B. F. Lownsberry. 1976. The effects of ammonia-generating fertilizer on *Criconemoides xenoplax* on pot cultures. Journal of Nematology, 8: 306-309.

Mokabli, A., S. Valette, J.P. Guathier and R. Rivoal. 2002. Variation in virulence of cereal cyst nematode populations from North Africa and Asia. Nematology, 4: 521-525.

Mor, M., E. Cohn, and Y. Spiegel. 1992. Phenology, pathogenicity and pathotypes of cereal cyst nematodes, *Heterodera avenae* Woll. and *H. latipons* (Nematoda: Heteroderidae) in Palestine. Nematologica, 38: 444-501.

Mulvey, R.H. 1972. Identification of *Heterodera* cysts by terminal and cone top structures. Canadian Journal of Zoology, 50: 1277-1292.

Mulvey, R.H. and A.M. Golden. 1983. An illustrated key to the cyst-forming genera and species of Heteroderidae in the Western Hemisphere with special morphometrics and distribution. Journal of Nematology, 15: 1-59.

Nicol, J.M. 2002. Important nematode pests. Pp. 345-366. In: B. C. Curtis, S. Rajaram, and H. G. MacPherson (Eds.). Bread Wheat Improvement and Production. FAO Plant prod. and Prot. Ser., FAO Pub., Rome, Italy.

Ogbonnaya, F.C., O. Moullet , R.F. Eastwood and E.S. Lagudah. 1996. The development and application of a PCR based assay linked to the Cre3 gene locus, conferring resistance to cereal cyst nematode,

Heterodera avenae in wheat. Pp. 148-152. In: R. Richards, C. Wrigley, H. Rawson, G. Rebetzke, J. Davidson and R. Brettell (Eds.). Proc. 8th Assembly Wheat Breeding Society of Australia, Canberra, Wheat Breeding Society of Australia.

Ogbonnaya, F.C., O. Moullet, R.F. Eastwood, J. Kollmorgen, H. Eagles, R. Appels and E.S. Lagudah. 1998. The use of molecular markers to pyramid cereal cyst nematode resistance genes in wheat. Pp. 138-139 *in*: A.E. Slinkard (Ed.). Ninth Int. Wheat Gen. Symp. Saskatchewan Univ. Saskatchewan, Canada.

Ogbonnaya, F.C., S. Seah, A. Delibes, J. Jahier, I. Lopez-Brana, R. F. Eastwood and E. S. Lagudah. 2001. Molecular-genetic characterisation of a new nematode resistance gene in wheat. Theory of Applied Genetics, 102: 623-629.

Oka, Y., I. Chet, and Y. Speigel. 1997. Accumulation of locations in cereal roots invaded by the cereal cyst nematode *Heterodera avenae*. Physiology & Molecule of Plant Pathology, 51: 333-345.

Orion, D. and E. Shelvin. 1989. Nematicide seed dressing for cyst and lesion nematode control in wheat. Journal of Nematology, 21: 629-631.

Oteifa, B.A. 1978. Nematode problems in new reclaimed lands of Egypt. Final Reprt. July 1, 1973-June 30, 1978. Pub. Lw 480 Prog. U.S. Department of Agricultural Science and Education Adminstration, Beltsville, MD 20705.

Oteifa, B.A. 1987. Nematode problems of winter season cereals and food legume crops in the mediterranean region. Pp. 199-209. In: M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava (Eds.). Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions. Workshop Proceedings, Larnaca, Cyprus 1-5 March 1987. ICARDA, Aleppo, Syria.

Parrott, D.M. 1972. Mating of *Heterodera rostochiensis* pathotypes. Annals Applied Biology, 71: 271-273.

Paull, J.G., K.J. Chalmers and A. Karakousis. 1998. Genetic diversity in Australian wheat varieties and breeding material based on RFLP data. Theory of Applied Genetics, 96: 435-446.

Philis, J. 1997. *Heterodera latipons*, *Pratylenchus thornei* attacking barley in Cyprus. Nematologia mediterranea, 25: 305-309.

Rivoal, R., and E. Sarr. 1988. Field experiments on *Heterodera avenae* in France and implications for winter wheat performance. Nematologica, 33: 460-479.

Rivoal, R. and R. Cook. 1993. Nematode parasites of cereals. Pp. 259-303 In: K. Evans, D.L. Trudgill and J.M. Webster (Eds.). Plant Parasitic Nemtodes in Temperate Agriculture. CAB Int. Academic Press.

Rodriguez-Kabana, R. and P. S. King. 1980. Use of mixtures of urea and blackstrap molasses for control of root-knot nematodes in soil. Nematropica, 10: 38-44.

Romero, M.D., M.J. Montes, E. Sin, I. Lopez-Brana, A. Duce, J.A. Martinsanchez, M.F. Andres and A. Delibes. 1998. A cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll.) resistance gene transferred from *Aegilops triuncialis* to hexaploid wheat. Theory of Applied Genetics, 96: 1135-1140.

Safari, E., N.N. Gororo, R.F. Eastwood, J. Lewis, H.A. Eagles and F.C. Ogbonnaya. 2005. Impact of *Cre*1, *Cre*8, *Cre*3 genes on cereal cyst nematode resistance in wheat. Theory of Applied Genetics, 110: 567-572.

Saleh, H. 1987. Occurrence of *Heterodera schachtii* in Jordan. Arab and Near East Plant Protection Newsletter, 4: 16.

Saxena, M.C., A.A. El-Moneim, O. F. Mamluk and S.B. Hanounik. 1988. A review of nematology research in ICARDA. Pp. 69-84. In: M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava (Eds.). Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions. Workshop Proceedings, Larnaca, Cyprus 1-5 March 1987. ICARDA, Aleppo, Syria.

Saxena, M.C., N. Greco and M. Di Vito. 1992. Control of *Heterodera ciceri* by crop rotation (chickpea, grass pea) in Syria. . Nematologia mediterranea, 20:75-78.

Scholz, U. 2001. Biology, pathogenicity and control of the cereal cyst nematode *Heterodera latipons* Franklin on wheat and barley under semiarid conditions, and interactions with common root rot *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker [teleomorph: *Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib.) Drechs. ex Dastur.]. Ph. D. Thesis. Bonn University. Bonn, Germany.

Shahina, F. and M. A. Maqbool. 1991. *Cyst nematodes of Pakistan (Heteroderidae)*. Natural Nematological Research Center, University of Karachi, Pakistan. 155 pp.

Shephered, R.L. and M.G. Huck. 1989. Progression of root-knot nematode symptoms and infection of resistant and susceptible cotton. Journal of Nemtology, 21: 235-241.

Siddiqui, Z.A., and M.W. Khan. 1986. Nematodes causing damage to wheat crops in Libya. International Nematology Network Newsletter, 3: 23.

Sikora, R.A. 1977. *Heterodera trifolii* associated with *Fusarium* root rot of *Trifolium subterraneum* in Northern Tunisia. Nematologia mediterranea, 5: 319-321.

Sikora, R.A. 1987. Plant parasitic nematodes of wheat and barley in temperate and temperate semiarid regions–a comparative analysis. Pp. 46-68. In: M.C. Saxena, R.A. Sikora and J.P. Srivastava (Eds.). Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi–Arid Regions. Workshop Proc., Larnaca, Cyprus 1-5 March 1987. ICARDA, Aleppo, Syria.

Sikora, R.A. and M. Oostendorp. 1986. Occurrence of plant parasitic nematodes in ICARDA experimental fields. (Report), ICARDA, Aleppo, Syria. 4 pp.

Smiley, R. W. 2005. Plant parasitic nematodes affecting wheat yield in the Pacific Northwest Oregon State University Extension Service. 4 pp.

Smiley, R.W., R.E. Ingham, W. Uddin, and G.H. Cook. 1994. Crop sequences for winter wheat in soil infested with cereal cyst nematode and fungal pathogens. Plant Disease, 78: 1142-1149.

Stephan, Z.A. 1986. Host status of cyst nematode in Iraq. *in*: F. Lamberti and C.E. Taylor (Eds.). *Cyst Nematodes*. New York. Plenum Publ. Corp. USA.

Swarup, G. 1986. Investigation on wheat nematodes. Pp. 189-206 *in*: J.P. Tandon and A.P. Sethi (Eds.). *Twenty five years of Coordinated wheat Research 1961-86*. Wheat Project Directorate, Indian Council of Agriculture Research. New Delhi.

Taheri, A., G.J. Hollamby and V.A. Vanspone. 1994. Interaction between root lesion nematode, *Pratylenchus neglectus* (Rensch 1924) Chitwood and Oteifa 1952 and root rotting fungi of wheat. New Zealand Crop and Horticulture Science, 22: 181-185.

Tanha Maafi, Z., D. Sturhan, Z. Handoo, M. Mor, M. Moens, S.A. Subbotin. 2007. Morphological and molecular studies on *Heterodera sacchari*, *H. goldeni* and *H. leuceilyma* (Nematoda: Heteroderidae). Nematology, 9: 483-497.

Taylor, A.L. 1957. *Heterodera* taxonomy. Proc. 5-19 workshop in Phytonematology. Univ. Tennessee.

Taylor, C., K.W. Shepherd and P. Langridge. 1998. A molecular genetic map of the long arm of chromosome 6R of rye incorporating the

cereal cyst nematode resistance gene, *Cre*R. Theory of Applied Genetics, 97: 1000-1012.

Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. McGrow-Hill Book Co. Inc. New York. 553 pp.

Verma, A.C. and B.S. Yadav. 1975. Life history of *Heterodera zeae*. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology, 5: 19.

Whitehead, A.G. and C.E. Westerdijk. 1987. Observations on the distribution of potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* on two Fenland potato farms. Annals Applied Biology, 110: 571-578.

Williams, K.J., J.G. Lewis, P. Bogacki, M.A. Pallotta, K.L. Willsmore, H. Kuchel and H. Wallwork. 2003. Mapping of a QTL contributing to cereal cyst nematode tolerance and resistance in wheat. Australian Journal of Agriculture Research, 54: 731-737.

Williams, K.J., J.M. Fisher and P. Langridge. 1994. Identification of RFLP markers linked to the cereal cyst nematode resistance gene (*Cre*) in wheat. Theory of Applied Genetics, 89: 927-930.

الفصل الحادي عشر

نيماتودا تقرح الجذور والنيماتودا الكلوية

Root – Lesion and Kidney Nematodes

أحمد أحمد عثمان [1]، أحمد سيد إسماعيل [2] وموفق رمضان كراجه [3]

(1) قسم الحيوان الزراعي والنيماتودا ، كلية الزراعة ، جامعة القاهرة ، الجيزة ، مصر .

(2) المركز القومي للبحوث ، قسم أمراض النبات ، الدقي ، القاهرة ، مصر .

(3) كلية الزراعة ، جامعة مؤتة ، الكرك ، الأردن .

المحتويات

1. نيماتودا تقرح الجذور	Root-Lesion Nematode (*Pratylenchus* spp.)
1-1. مقدمة	Introduction
1-2. التوزيع الجغرافي والمدى العوائلي	Geographical distribution and host range
1-3. دورة الحياة	Life cycle
1-4. المعقدات المرضية	Disease complexes
1-5. الدراسات التشريحية المرضية	Histopathological studies
1-6. الدراسات البيئية	Ecological studies
1-7. المكافحة	Control
2. النيماتودا الكلوية	Reniform nematode
2-1. مقدمة	Introduction
2-2. القدرة الإمراضية	Pathogenicity
2-3. الدراسات التشريحية المرضية	Histopathological studies
2-4. التداخل مع مسببات أمراض النبات الأخرى	Interaction with the other plant pathogens
2-5. الدراسات البيئية	Ecological studies
2-6. المكافحة	Control
3. المراجع	References

1. نيماتودا تقرح الجذور Root-Lesion Nematode (*Pratylenchus* spp.)

1- 1. مقدمة Introduction

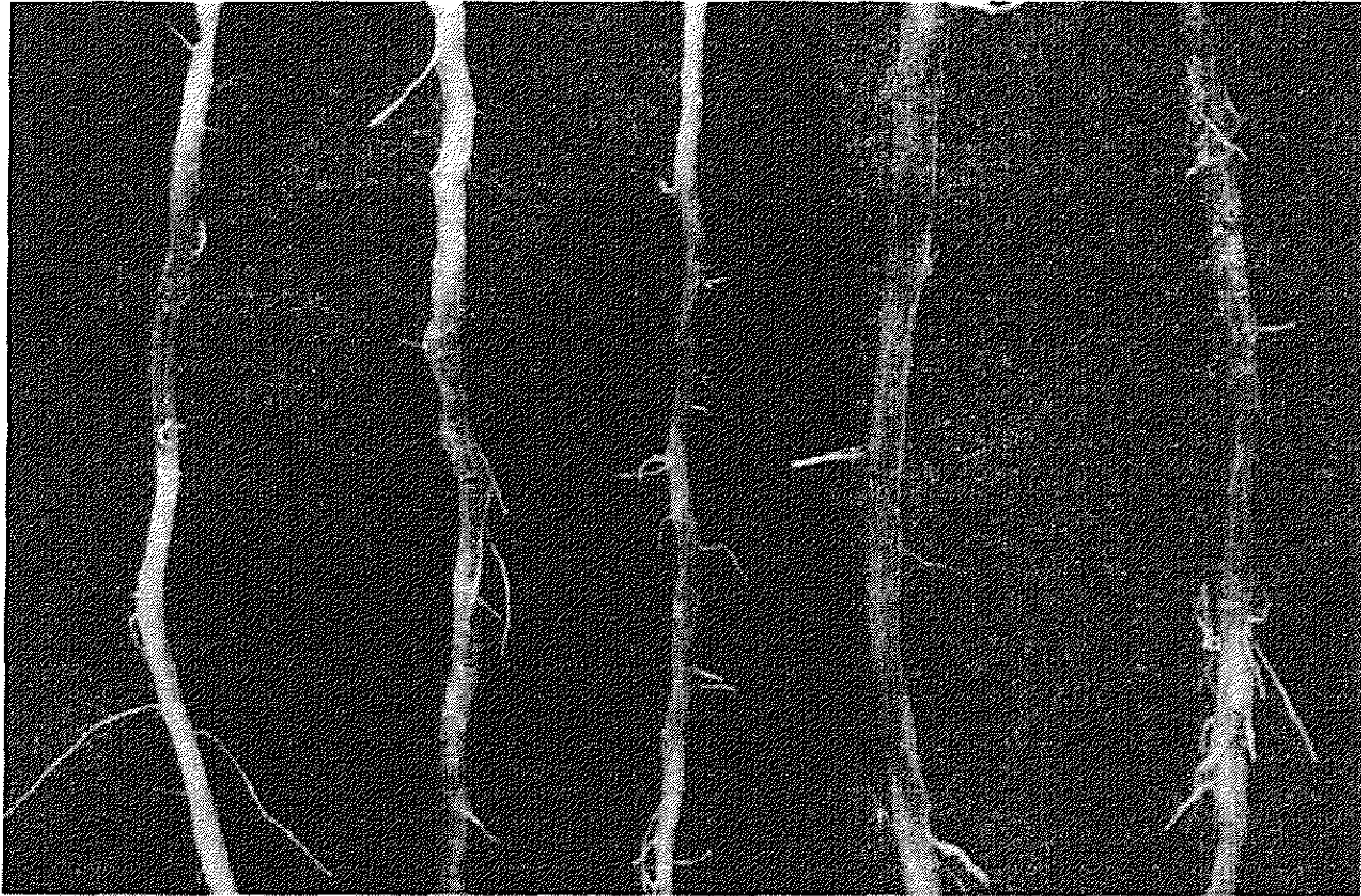
تُعد نيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus* spp. من أجناس النيماتودا إجبارية التطفل المتجولة داخلياً في جذور النبات. وتصيب عدة أنواع من المحاصيل الاقتصادية وأشجار الفاكهة وغيرها من النباتات الاقتصادية، وتتغذى في بداية الإصابة على أنسجة القشرة الخارجية، ثم تنتقل وتهاجر في أنسجة الجذر الداخلية تاركةً وراءها الفجوات والأنفاق. ونتيجة لذلك، تظهر تقرحات صغيرة صفراء اللون على الجذور في البداية، ثم تتحول تدريجياً إلى اللون البني، ثم الأسود مع تطور النيماتودا وتغذيتها المستمرة. وسرعان ما تغزو البكتيريا والفطريات مناطق الجذور المتقرحة، مؤدية إلى تعفن الجذور في النباتات المصابة بشدة بهذه النيماتودا، ومحدثةً تقشر طبقة الجذر الخارجية (منطقة القشرة) التي تنفصل عن الجذر وتبقى في التربة عند اقتلاع هذه النباتات منها (شكل 1). ويتغذى النوعان: *P. Brachyurus*، و *P. penetrans* على اللحاء والخلايا البرانشيمية وأنسجة الخشب، مما يسبب تقرح وتلف الجذور، ومن ثم، اصفرار الأوراق وتقزم النباتات وموت الأفرع. وقد تموت النباتات خصوصاً إذا تدخلت البكتيريا والفطريات مع الإصابة النيماتودية، مما يزيد من الخسارة الاقتصادية في المحصول. وتضع إناث هذه النيماتودا البيض في صورة مفردة أو في مجموعات صغيرة داخل الجذر(شكل 2).

1- 2. التوزيع الجغرافي والمدى العوائلي
Geographical distribution and host range

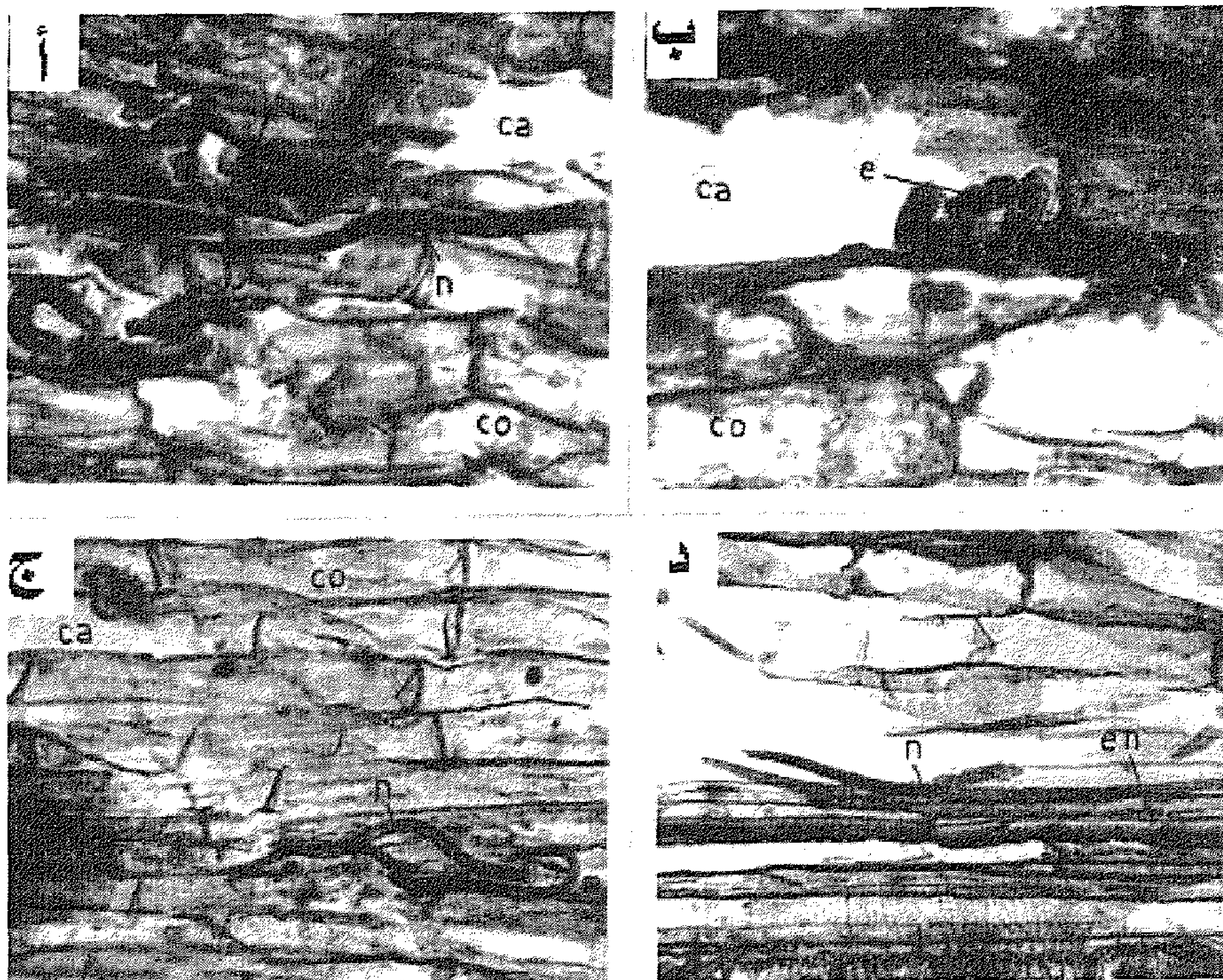
تنتشر معظم الأنواع الاقتصادية من نيماتودا تقرح الجذور في المناطق الزراعية ذات التربة الدافئة ما عدا النوع *P. penetrans* الذي قد يتواجد أيضاً في المناطق الزراعية الباردة من العالم، أما الأنواع: *P. brachyurus*، و*P. coffeae*، و*P. zeae*، و *P. scribneri* فتعد ذات انتشار واسع في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. ويعد النوع *P. loosi* من الآفات الخطيرة على الشاي في سريلانكا واليابان، وعلى كل من: الشاي

والموالح في شمال شرق الهند وبنجلاديش والصين، أما النوع *P. goodeyi* فيكثر انتشاره علي الموز في كل من: شرق أفريقيا، واستراليا، وجزر الكناري، وجزيرة كريت، بينما يعد النوع *P. thornei* من الآفات المهمة علي القمح في المناطق الدافئة وشبه الاستوائية وبعض المناطق الاستوائية، كما يوجد النوع *P. vulnus* في المناطق الدافئة والباردة وتحت الاستوائية.

وفي الوطن العربي، أظهر استقصاء سابق (أبو غربية والعزة، 2004) وجود 18 نوعاً من نيماتودا التقرح *Pratylenchus* spp. في بلدان الوطن العربي وهي: *P. goodeyi*، و *P. minyus*، و*P. musicola* في مصر، و*P. mediterraneus*، و*P. sefaensis* في الأردن، و*P. jordanensis* في عُمان، و*P. pratensis* في سورية. والأنواع: *P. coffeae* ، و *P. crenatus*، و*P. scribneri* في مصر والأردن،



شكل **1**: أشكال التقرح على جذور نبات الذرة نتيجة للإصابة بنيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus* spp.، ويلاحظ امتداد التقرحات لتندمج مع بعضها.



شكل 2: الفجوات والأنفاق التي تحدثها نيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus* spp. نتيجة لتجولها داخل جذور نبات الذرة:

أ- أطوار متحركة داخل الأنفاق.

ب- بيض النيماتودا منتشر داخل الأنفاق.

ج- النيماتودا والفجوات داخل نسيج القشرة.

د- النيماتودا والفجوات بالقرب من البشرة الداخلية للجذر (الإندودرمس Endodermis).

والنوع *P. brachyurus* في مصر وعُمان، والنوع *P. sudanensis* في الأردن والسودان، والنوع *P. delattrei* في الأردن وعُمان والسودان، والنوع *P. penetrans* في مصر، والأردن، والمغرب والسعودية، والنوع *P. zeae* في مصر، والعراق، والأردن، والسعودية، والنوع *P. thornei* في مصر، والأردن، وليبيا، والمغرب، وسورية. أما في السودان، فقد تم تسجيل تسعة أنواع من نيماتودا تقرح الجذور وهي، *P. sudanensis*، و*P. neglectus*، و*P. zeae*، و*P. delattrei* (Saadabi, 1985)، و*P. yassini*، و*P. mulchandi*، و *P.*

elamini، وP. teres، (Zeidan and Geraert, 1991)، وP. thornei (El-Badri *et al.*, 2001). ويعد النوع *P. sudanensis* هو أهم هذه الأنواع من الناحية الاقتصادية، وأكثرها انتشاراً، وخاصة على محاصيل القطن وبازلاء الحمام والدخن، والذرة الرفيعة (Saadabi, 1985). وفي العراق، تم تسجيل النوع *P. zeae* على قصب السكر (Allow and Katcho, 1967). كما تم تسجيل وجود نيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus* spp. على بعض أشجار اللوز والزيتون في منطقة Damour القريبة من بيروت في لبنان (Saad *et al.*, 1972).

وفي عُمان، سُجل النوع *P. jordanensis* مصاحباً لجذور البرسيم الحجازي في بعض المناطق الزراعية، وكان هذا النوع هو الأكثر شيوعاً من بين أنواع النيماتودا الأخرى على هذا المحصول(Mani and Al-Hinai, 1997؛ Mani and Al-Hinai, 2003)، وكذلك على المحاصيل الأخرى في عمان، حيث وجد مصاحباً لتربة وجذور 37 محصولاً و 14 نوعاً من الأعشاب الضارة (Mani *et al.*, 1997)، وتلاه في ذلك النوع *P. neglectus* الذي وجد مصاحباً لتربة وجذور 24 نوعاً نباتياً، ثم بقية الأنواع الأخرى (*P. brachyurus* و *P. coffeae* و *P. scribneri* و *P. zeae*) التي وجدت مصاحبة لبعض المحاصيل الاقتصادية في محافظة ظفار (Mani *et al.*, 1997؛ Mani *et al.*, 1998).

لقد كان جنس نيماتودا التقرح *Pratylenchus* spp. أيضاً هو أكثر الأجناس انتشاراً (نسبة التكرار = 45,5٪) على معظم النباتات الاقتصادية ونباتات الزينة التي حُصرت في محافظة أبي عريش (منطقة جيزان) بجنوب المملكة العربية السعودية، وخاصة على محصول قصب السكر (اليحيى، 2006). وفي الجزائر، أظهر حصر ميداني، وجود خمسة أنواع من نيماتودا تقرح الجذور في التربة الزراعية هناك، وكان النوع *P. penetrans* هو الأكثر انتشاراً في مناطق زراعة نخيل التمر، بينما كان النوع *P. thornei* منتشراً على محاصيل الحبوب والخضر، في حين تواجدت الأنواع الأخرى (*P. pratensis* و *P. scribneri* و *P. neglectus*) مصاحبة لعدد قليل من المحاصيل في بعض المناطق (Troccoli *et al.*, 1992). هذا وقد تم تسجيل وجود النوع *P. mediterraneus* مصاحباً لبعض محاصيل البقول في الجزائر وتونس والمغرب (Greco and Di Vito, 1994). ويعد

النوع *P. thornei* هو الأكثر أهميةً وانتشاراً على الحمص وبعض المحاصيل البقولية الأخرى كالعدس واللوبيا والبرسيم (Al-Ahmad, 1987؛ Di Vito *et al.*, 1992؛ Greco and Di Vito, 1994)، والقمح (عبدالقادر وآخرون، 2004؛ Nicol *et al.*, 2004) في منطقة حوض البحر المتوسط، خاصة في سوريا والجزائر والمغرب. وقد تم أيضاً تسجيل مصاحبة أشجار الحمضيات بنيماتودا النوع *P. thornei* في المغرب (Nicol *et al.*, 2004)، والنوع *P. vulnus* في سوريا (Yaseen, 2008). ومن الجدير ذكره أنه قد تم استخدام فحوص البصمات الوراثية للحامض النووي DNA في تعريف بعض المجتمعات المحلية من النوع *P. thornei* في سوريا (Carrasco-Ballesteros *et al.*, 2007).

ويمكن القول إجمالاً بأنه يوجد مدى واسع من العوائل النباتية لكل من الأنواع؛ *P. coffeae*، و*P. brachyurus* ، و*P. vulnus*، و*P. zeae*، و*P. scribneri*، و*P. penetrans*، بينما تعد الأنواع؛ *P. goodeyi*، و *P. loosi*، و *P. thornei* ذات مدى عوائلي ضيق. وتتواجد الذكور في نيماتودا تقرح الجذور بصورة اعتيادية عموماً، وقد تتواجد بوفرة في الأنواع؛ *P. vulnus*، و*P. loosi*، و*P. penetrans*، و*P. goodeyi*، و*P. coffeae* التي تتكاثر جنسياً، أما الأنواع؛ *P. scribneri*، و*P. brachyurus* ، و*P. zeae*، و*P. thornei* فيندر وجود الذكور فيها لأنها تتكاثر بكرياً. ويتميز النوع *P. neglectus* بتطفله على مدى واسع من العوائل النباتية التي تضم من بينها أصنافاً من الفجل الزيتي والذرة الرفيعة، زادت قيم عامل التكاثر للنيماتودا فيها عن 3. وبالرغم من ذلك، فقد وجد أن صنف القمح "Tardo" وبعض أصناف الفول البلدي وفاصوليا الفلفت تمثل عوائل فقيرة لهذا النوع من النيماتودا (Al-Rehiayani and Hafez, 1998).

1- 3. دورة الحياة Life cycle

قد تستغرق دورة حياة نيماتودا التقرح عدة أسابيع حتى تكتمل، ويتوقف طول دورة الحياة على كل من؛ نوع النيماتودا، والعائل النباتي، ودرجة حرارة التربة. وقد تكمل النيماتودا عدة أجيال في موسم واحد، فعلى سبيل المثال تستغرق دورة حياة النوع *P. penetrans* 30 يوماً عند درجة حرارة 30 °م، ولكنها قد تمتد إلى 92 يوماً على درجة

15°م. وفي دراسة لدورة حياة النوع *P. sudanensis* على عائلين من البقوليات هما؛ بازلاء الحمام، والترمس على درجة حرارة 23- 30°م، وجد أن الفقس قد تم في غضون 7- 8 أيام من وضع البيض، وأن دورة الحياة قد استغرقت 28 يوماً (Yassin and Mohamed, 1980). وفي دراسة أخرى (Saadabi, 1985)، استغرقت دورة حياة هذا النوع 31 يوماً على القطن عند درجة حرارة 25- 30°م تحت الظروف المخبرية والبيت الزجاجي.

1- 4. الدراسات التشريحية المرضية Histopathological studies

في دراسة تشريحية أجريت على نباتات الذرة المصابة بنيماتودا تقرح الجذور *P. zeae* ، وجد أن أنسجة القشرة قد انسلخت من الاسطوانة الوعائية نتيجة الإصابة الشديدة، كما أثبتت التجربة أن استخدام مبيد الفابام له تأثيره المخفض لأعداد النيماتودا خلال موسم نمو الذرة. وفي دراسة أخرى (Kheir, 1972) وجد أن النوع *P. zeae* سبب أعفان جذور الذرة، وتقرحها وتلونها باللون البني، مما أدى إلى انسلاخ القشرة عن الأسطوانة الوعائية في الجذور، وتقزّم النباتات المصابة. كما بينت الدراسة أن الأعراض المرضية على الأصناف الهجينية من الذرة كانت أكثر وضوحاً عنها في باقي الأصناف مفتوحة التلقيح، حيث كانت الأصناف الهجينية أكثر قابلية للتأثر بالإصابة بالنيماتودا، كما بينت الدراسة التشريحية أن دخول النيماتودا يتم من أية نقطة أو منطقة في الجذور، حيث وجدت النيماتودا في أنسجة البشرة والقشرة مسببةً تكسرا ميكانيكاً للخلايا مع حدوث تغييرات فسيولوجية وتجمع لسيتوبلازم الخلايا. وقد أظهرت القطاعات الطولية في جذور نبات قصب السكر (صنف GT-54-9) المصابة بالنيماتودا *P. zeae*، حدوث ضرر وتلف بالغ في أنسجة القشرة، لكن مع حدوث زيادة في انقسام الخلايا في بعض المناطق، وزيادة في سمك جدرها في البعض الآخر، كما تسبب وجود النيماتودا في موت الخلايا في بعض المناطق مع تقدم الإصابة (موسى وآخرون، 2004).

1- 5. المعقدات المرضية Disease complexes

هناك ثلاثة أنواع من نيماتودا التقرح *Pratylenchus* معروفة باشتراكها مع البكتيريا والفطريات الممرضة للنبات مسببةً معقدات مرضية Disease complex تسبب تلفاً أشد وأكثر للعائل النباتي عما لو كانت النيماتودا بمفردها أو الفطريات بمفردها. فعلى سبيل المثال، يشترك النوع *P. brachyurus* مع كل من: البكتيريا *Pseudomonas solanacearum* المسببة للذبول في الطماطم، وفطريات تقزم القطن محدثاً معقدات مرضية خطيرة على محصولي الطماطم والقطن. كما يتأثر فول الصويا بشدة عند إصابته بكل من: نيماتودا التقرح *P. brachyurus*، والفطر *Rhizoctonia solani* المسبب لتعفن الجذور. كذلك يتداخل النوع *P. penetrans* مع كل من الفطرين: *Fusarium oxysporum*، و*Verticillium albo-atrum* المسببين للذبول الوعائي على البرسيم والبازلاء وغيرها، حيث وجد أن الإصابة بالنيماتودا تكسر مقاومة البازلاء للفطر *F. oxysporum f. pisi*. وهناك أيضاً حالات من التداخل بين نيماتودا النوع *P. thornei* وكل من: فطريات التفحم، وفطر الذبول *F. solani* على نباتات القمح.

أدى التداخل بين نيماتودا النوع *P. sudanensis* والفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* المسبب للذبول الوعائي في القطن على نباتات القطن صنف "Barakat" تحت ظروف البيت الزجاجي إلى انخفاض معنوي في نمو النباتات المصابة بكلا المسببين المرضيين معاً، أو بالعدوى المتتابعة، وكان أعلى انخفاض في طول ووزن المجموع الخضري والجذور في معاملة العدوى بكليهما معاً في الوقت نفسه (Saadabi and Yassin, 2007). وعلى القطن أيضاً، وجد .El-Sherif *et al* (1978) علاقة وثيقة بين انتشار النيماتودا وانتشار مرض تعفن الجذور المتسبب عن الفطر *R. solani* على القطن، حيث زادت شدة المرض نتيجة وجود النيماتودا مع الفطر.

1- 6. الدراسات البيئية Ecological studies

قام .Shafiee *et al* (1974) بدراسة تضمنت معرفة أكثر أنواع النيماتودا ارتباطاً بالتدهور الكبير في إنتاج محصول الذرة في مصر، ودراسة أعداد هذه الآفات على مدار

السنة في دورة ذرة صيفي ودورة ذرة نيلي، ثم دراسة درجة تكاثر أكثر أنواع النيماتودا على بعض السلالات المحلية والمستوردة، وقد أسفرت هذه الدراسة عن أن النوع *P. zeae* يشكل أعلى نسبة للنيماتودا المتطفلة على جذور الذرة، وأن درجة إصابته للأصناف المستوردة من السلالات والهجن أعلى منها في الأصناف مفتوحة التلقيح والسلالات المحلية، كما تبين أن نشاط هذا النوع من النيماتودا كان أعلى في شهر تشرين أول (أكتوبر)، علاوةً على أن الفول البلدي كان عاملاً في بدء تكاثرها على الذرة. وتحت ظروف الحقل، تبين أن تكاثر النيماتودا على السلالات المحلية والمستوردة يحدث بمعدلات متفاوتة، بمعنى أن السلالات المحلية؛ "بهتيم 11"، و"بهتيم 26"، و"بهتيم 42"، و"بهتيم 51"، والسلالات المستوردة؛ "كنساس 55"، و"كنتكي 21"، و"تكساس 34" كانت أقل السلالات إصابة بالنيماتودا، في حين أن باقي السلالات قد تكاثرت عليها النيماتودا بمعدلات عالية قد تصل إلى ما يقرب من مائة مرة. ويبلغ مستوى التحمل لصنف القطن "Barakat" من نيماتودا التقرح *P. sudanensis* 20– 30 نيماتودا/ نبات، وتصل الكثافة العددية للنيماتودا ذروتها خلال منتصف الموسم النمو (Saadabi, 1985).

أوضحت بعض الدراسات أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين الكثافة العددية لنيماتودا التقرح *P. jordanensis* ودرجات الحرارة السائدة، حيث وصلت الكثافة العددية لهذه النيماتودا ذروتها في الفترة من يوليو (تموز) إلى أكتوبر (تشرين أول)، بينما انخفضت إلى أدناها في الفترة من ديسمبر (كانون أول) إلى يونيو (حزيران) في عمان. وتزداد أعداد هذا النوع من النيماتودا في حقول البرسيم الحجازي عند عمق صفر– 15 سم عنها عند عمق 15– 30 سم (Mani and Al-Hinai, 1997).

إن أعداد نيماتودا التقرح *P. vulnus* ازدادت بدرجة كبيرة عندما تم تنميتها على أقراص من الجزر تحت الظروف المخبرية المعقمة، حيث تضاعفت أعداد النيماتودا إلى الألف ضعف خلال ثلاثة أو أربعة أشهر عند درجة حرارة 23°م (Moody *et al*., 1973).

وفي دراسة لتأثير نوع التربة على نمو نبات القطن ومحتواه من العناصر الغذائية الأساسية (النيتروجين والبوتاسيوم والفسفور) تحت تأثير الإصابة بنيماتودا تقرح الجذور *P. brachyurus* تحت ظروف الصوبة الزجاجية، أوضحت النتائج أن الإصابة بالنيماتودا

في التربة الرملية الطميية، والرملية الجيرية، كانت مسؤولة عن انخفاض معنوي في الوزن الجاف لنباتات القطن يصل اقصاه في التربة الطميية الرملية، والتربة الطينية الرملية الطميية. وعموماً، احتوت نباتات القطن المصابة بنيماتودا التقرح فى جميع أنواع التربة على نسبة منخفضة من الفوسفور، ونسب منخفضة جداً من البوتاسيوم، وقد وجد أن الانخفاض فى تركيز البوتاسيوم فى النباتات المصابة يبلغ اقصاه في التربة الجيرية الرملية، وأن أعراضه تكون أكثر وضوحاً فى التربة الطميية- الطميية الرملية عنها في التربة الطميية الطينية الرملية (El-Sherif, 1980).

وفي دراسة بيئية لمعرفة وتسجيل التقلبات الموسمية لنيماتودا تقرح الذرة *P. zeae* في حقول قصب السكر، وعلاقة ذلك بنوع التربة والحرارة، أظهرت الدراسة اختلاف النتائج المتحصل عليها باختلاف نوع التربة (الطينية السلتية الطميية، والطميية الطينية)، وكذلك اختلاف درجة الحرارة. كما بينت الدراسة، وصول الكثافة العددية لهذه النيماتودا في التربة ذروتين خلال الموسم ارتبطتا سلبياً بدرجة حرارة التربة السائدة، حيث ظهرت الذروة الأولى First peak في ديسمبر (كانون أول) ويناير (كانون ثاني)، بينما ظهرت الذروة الثانية Second peak في سبتمبر (ايلول) (Montasser *et al*., 2002a).

1- 7. المكافحة Control

1- 7- 1. الأصناف المقاومة Resistance

أوضحت دراسة لتأثير استجابة عشرة أصناف من القطن للإصابة بنيماتودا التقرح *P. brachyurus*، في احواض إسمنتية تحتوي على تربة ملوثة طبيعياً بهذه النيماتودا، قابلية جميع الأصناف المختبرة (عدا الصنف جيزة 66) للإصابة، ودعمها لتكاثر النيماتودا عليها بدرجات متفاوتة، حيث كانت الأصناف: "أشموني"، و "جيزة 68"، و"منوفي" عالية القابلية للإصابة، بينما كان الصنفان: "دندرا" و"جيزة 69" اقل الأصناف قابلية للإصابة. ولقد سجلت أيضاً درجات مختلفة من التحمل للإصابة بين الأصناف القابلة للإصابة التي تم اختبارها (El-Sherif and Youssif, 1978).

وفي دراسة أخرى لتحديد مدى استجابة أربعة أصناف من قصب السكر للإصابة بنيماتودا التقرح *P. zeae*، وجد أن الأصناف الأربعة المختبرة كانت عالية القابلية للإصابة. وقد أوضحت هذه الدراسة أيضاً أنه كلما زادت كثافة اللقاح الابتدائي للنيماتودا من 100 إلى 400 نيماتودا/نبات، زادت نسبة الانخفاض في نمو النباتات المصابة، وانخفض معدل تكاثر النيماتودا. وقد وجد في هذه الدراسة أيضاً أن المستوى الأمثل لاختبار قابلية نباتات قصب السكر للإصابة بهذه النيماتودا هو 200 نيماتودا/نبات (Montasser *et al.*, 2002b).

1- 7- 2. المكافحة الحيوية Biological control

أجريت دراسة لمعرفة تأثير بعض عناصر المكافحة الحيوية على نيماتودا التقرح، مثل بعض العزلات المحلية لفطريات؛ الخميرة *Saccharomyces*، و *Trichoderma harzianum*، و*T. rossei* كعناصر مكافحة حيوية ضد نيماتودا تقرح الجذور *P. zeae* على نباتات الياسمين في مصر، وقد وجد أن جميع هذه العناصر الحيوية قد خفضت أعداد النيماتودا في التربة والجذور، وكانت المخاليط النشطة لفطر الخميرة أكثر فعالية في تقليل وتخفيض أعداد النيماتودا مقارنة بالمعاملات الأخرى (Ismail *et al.*, 2005).

تمت أيضاً دراسة كفاءة بعض النباتات المضادة للنيماتودا في مكافحة نيماتودا التقرح *P. penetrans* (El-Zawahry *et al.*, 1998)، حيث تم اختيار سبعة عشر صنفاً من نباتات القطيفة *Tagetes* تم تقسيمها إلى مجموعتين هما؛ مجموعة القطيفة الأفريقية *T. erecta*، ومجموعة القطيفة الفرنسية *T. patula*. وتمت كذلك دراسة نمو هذه الأصناف المختلفة من القطيفة تحت ظروف التربة الملوثة بالنيماتودا، ومقارنتها بنمو نباتات الكرفس Celery الحساسة للإصابة. وقد أوضحت النتائج انخفاض الأعداد النهائية للنيماتودا على أصناف القطيفة مقارنةً بنباتات الكرفس، وكانت الأصناف؛ "Janie Harmony"، و"Honey Comb"، و"Creole" هي الأكثر فاعلية في خفض الأعداد الكلية للنيماتودا سواءً في التربة أو داخل الجذور.

1- 7- 3. الدورة الزراعية وتشميس التربة Crop rotation and soil solarization

أوضح Koura (1968) في مصر أن هناك تقلبات في الكثافة العددية لنيماتودا التقرح *P. zeae* بسبب زراعة الأنواع المختلفة من المحاصيل وتعاقبها، وأن هذه الكثافة تزداد على الفول والذرة بصفة خاصة، كما أن للتبوير أثر كبير في خفض أعداد هذه النيماتودا بالتربة. ولقد أثبتت الدراسة نفسها أن زراعة البرسيم قبل الذرة، تؤدي إلى زيادة أعداد النيماتودا في التربة، على عكس مايحدث فيما لو زرعت الأرض بمحصول الفول قبل الذرة. وبشكل عام، كان محصولي؛ البرسيم الحجازي، والفاصوليا من العوائل الممتازة لهذه النيماتودا، وكانت محاصيل؛ الشعير، والبرسيم المصري، والقمح عوائل جيدة، بينما كانت الطماطم من العوائل الوسطية، وكل من؛ الجزر، والكوسة من العوائل الفقيرة. وفي دراسة أخرى (Youssif *et al.*, 1997) لتأثير تعاقب المحاصيل على التقلبات العددية لنيماتودا التقرح *P. penetrans* على العدس والكتان، أظهرت النتائج أن تعاقب المحاصيل لفترة ثلاث سنوات تضمنت (ذرة – عدس – تبوير)، (سمسم – تبوير – كتان)، (سمسم – تبوير) قد قللت أعداد النيماتودا خلال موسم النمو للعدس والكتان التي أعقبها تبوير.

أدى استخدام طريقة تشميس التربة كوسيلة لمكافحة نيماتودا تقرح الجذور ورفع إنتاجية محصول الحمص إلى انخفاض أعداد النيماتودا بعد تشميس التربة لمدة 4– 6 أسابيع بنسبة 50٪ مقارنة بمعاملة الشاهد، كما ازداد إنتاج المجموع الخضري والحبوب معنوياً في معاملات التشميس التي استمرت لستة أو ثمانية أسابيع (Greco *et al.*, 1990).

1- 7- 4. الأسمدة العضوية وغير العضوية Organic and inorganic fertilizers

قامت Hasabo (2006) في مصر، بدراسة تأثير إضافة ثلاثة أنواع من الأسمدة العضوية المكمورة (كمبوست Compost) وهي؛ كمبوست الوادي (مخلفات صناعات غذائية)، وكمبوست القطامية (مخلفات القمامة)، وكمبوست الدواجن (مخلفات الدواجن) بمعدل 2، و4، و8 طن/ فدان، على الترتيب، في مكافحة نيماتودا التقرح *P. zeae* على قصب السكر، وتأثير ذلك أيضاً على نمو النباتات، وذلك بالمقارنة إلى سماد معدني مركب تم

استخدامه بمعدل 1، و2، و3 طن/ فدان تحت الظروف الحقلية. وقد أوضحت النتائج أن جميع المعاملات أدت إلى خفض أعداد النيماتودا معنوياً، ولكن عابها أن هذه الأعداد كانت تعود إلى الزيادة مرة أخرى مع مرور الوقت، إلا في حالة استخدام سماد الوادي فقط، حيث كانت أعداد النيماتودا تنخفض انخفاضاً مطرداً مع الوقت، وخاصة مع التراكيز المرتفعة من هذا السماد، حيث انخفضت تلك الأعداد بنسب 66,1، و80,5، و84,4٪، وذلك قبل شهرين، وشهر من الحصاد، وعند الحصاد، على الترتيب. 80.5 و 84.4 ٪. أما نمو النباتات فقد ازداد بزيادة الجرعة لكل سماد على حدة.

1- 7- 5. المكافحة الكيميائية Chemical control

وجد Oteifa and Taha (1964) في مصر أنه يمكن مكافحة نيماتودا تقرح الذرة *P. zeae* وزيادة محصول الذرة باستخدام مبيد الفابام (ميثام صوديوم) بمعدل 40، أو 70، أو 100 جالون/ فدان، ولكن تكلفة هذه المعاملات كانت مرتفعة. وبالمثل، أظهر استخدام المبيدات النيماتودية الجهازية مثل: الألديكارب، واللانيت، والأوكساميل فاعلية عالية في مكافحة نيماتودا التقرح *P. zeae* على الذرة (Kheir, 1972). وفي دراسة حقلية، أمكن مكافحة نيماتودا التقرح *P. brachyurus* على القطن باستخدام مبيد الألديكارب الذي أثبت فعالية عالية بالمقارنة إلى مبيد التيراكيور فى خفض الكثافة العددية للنيماتودا طوال موسم نمو القطن. كما بينت الدراسة أن استخدام مبيد الألديكارب مع المبيد الفطري فيتافكس أدى إلى مكافحة فعّالة لكل من نيماتودا التقرح، وفطر الذبول *R. solani*، مما قاد إلى زيادة محصول القطن بنسبة 27,3٪ مقارنة بمعاملة الشاهد (El-Sherif, 1976). هذا وقد أجريت دراسة أخرى لتأثير مبيد الألديكارب 10٪، والميثيل كاربامويل أوكسيم بمعدل 0,3 غم/نبات على سلوك نيماتودا التقرح *P. brachyurus* على القطن في بداية وأثناء موسم نمو المحصول في أحواض (نصف ظروف الحقل). وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة انخفاض أعداد النيماتودا خلال الموسم الزراعي نتيجة لذلك، كما أدى استخدام مبيد الألديكارب إلى زيادة كل من: نمو النباتات، وعدد كرات القطن/نبات، ومحصول القطن بما يعادل 17٪، و 26٪، و 33٪، على الترتيب (El-Sherif and Abdel-Ghany, 1981). وفي تجارب أخرى،

نجح استخدام مبيدات؛ الألديكارب، والكاربوفيوران، والفيناميفوس في مكافحة نيماتودا التقرح *P. thornei* على القمح تحت الظروف الحقلية في منطقة دلتا النيل بمصر، مما أدى إلى زيادة محصول حبوب القمح والقش مقارنة بمعاملات الشاهد (Eissa and Moussa, 1982). وفي منطقة الجزيرة في السودان أيضاً، أدى استخدام مبيدات؛ الألديكارب، والفيناميفوس، والنيماجون إلى خفض أعداد نيماتودا التقرح *P. sudanensis* على القطن بنسبة 36- 88٪، وزيادة محصول القطن بنسبة 57- 88٪ (Yassin and Mohamed, 1980).

2. النيماتودا الكلوية

Reniform Nematode (*Rotylenchulus reniformis*)

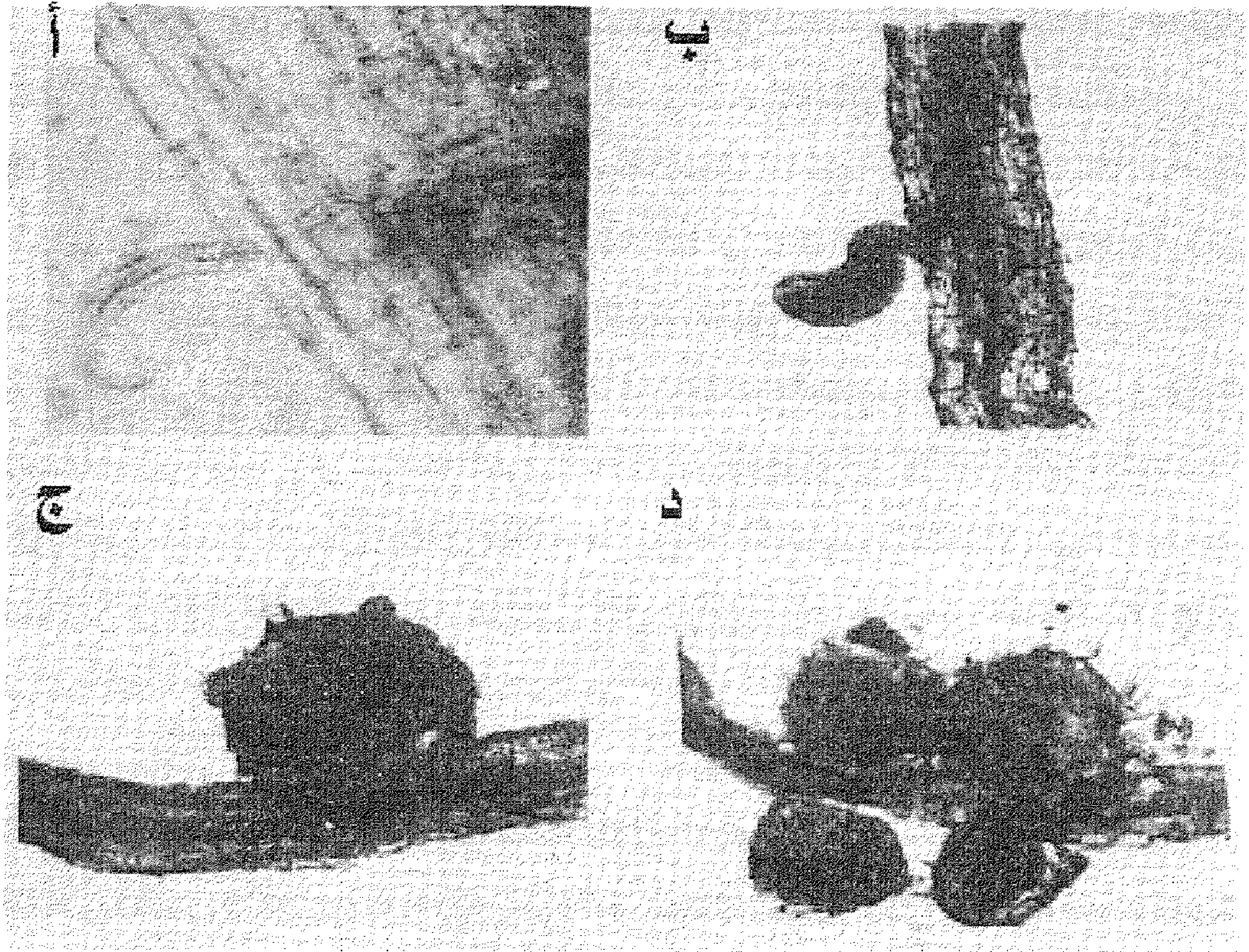
2- 1. مقدمة Introduction

تنتشر هذه النيماتودا انتشاراً واسعاً في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، وتتميز بمدى عوائلي واسع من المحاصيل الزراعية قد يزيد عن 115 عائلاً حتى الآن. وتضم هذه العوائل عدداً كبيراً من النباتات الهامة اقتصادياً مثل: الموز، وبعض المحاصيل الخردلية، والجزر، والقرع، والحمص، والبن، واللوبيا، والقطن، والطماطم، والخيار، والفاصوليا، والخس، والذرة، والمانجو، والفاصوليا، والباميا، والزيتون، والبابايا، والبازلاء، والبطاطس، والأناناس، والشاي. وتنتشر النيماتودا الكلوية في بعض الدول العربية أيضاً، حيث وجدت في مصر متطفلة على عدة محاصيل اقتصادية متنوعة (Osman, 1973؛ Salem *et al.*, 1974؛ Al-Sayed *et al.*, 1986؛ Montasser, 1986؛ Ismail and Yassin, 1992). كما وجدت متطفلة على أشجار التين (Al-Hazmi *et al.*, 1995)، والنخيل والرمان والبرسيم والكوسة في المملكة العربية السعودية (الرحياني وفرحات، 2004) في السعودية، وعلى العنب في ليبيا (El-Maleh and Edongali, 1995)، وعلى قصب السكر في السودان (Saadabi, 1988). وهنالك أنواع أخرى تتبع للجنس نفسه *Rotylenchulus* تتواجد في بعض الدول العربية مثل: *R. macrosomus* على كل من:

الزيتون (Hashim, 1983a؛Yousef, and Jacob, 1994)، والرمان في الأردن (Hashim, 1983b)، والنخيل في السعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1995)، والنوع *R. variabilis* على الحمضيات في الأردن (Yousef, and Jacob, 1994).

تعد الأنثى الناضجة للنيماتودا الكلوية ساكنة غير متحركة، وهي ذات تطفل نصف داخلي، وتتغذى على خلايا القشرة والأوعية الناقلة (شكل 3)، وتأخذ الشكل الكلوي عند تمام تطورها، بعكس الذكر التي يظل على شكله الدودي طوال فترة حياته، ويتميز برمحه الضعيف حيث أنه لا يتغذى. تتكاثر هذه النيماتودا جنسياً عادةً، إلا أنها قد تتكاثر بكرياً أيضاً، وتضع الأنثى حوالي 70 بيضة (تبعاً لنوع العائل النباتي الذي تتطفل عليه) في كيس جيلاتيني، وتتطور جميع الأطوار اليافعة في التربة في غضون عشرة أيام حتى تصل إلى طور أنثى ما قبل التطفل Pre-parasitic form، التي تصيب الجذور، وتكمل دورة حياتها خلال 30 يوماً في المتوسط. ويتوقف طول دورة الحياة على كل من؛ العائل النباتي، والظروف المناخية، والتربة .

وبصفة عامة، يمكن أن يسبب وجود أكثر من نيماتودا مفردة بكل غرام واحد من التربة تلفاً للنباتات الحساسة للإصابة بالنيماتودا الكلوية، وقد تتسبب الأعداد المتزايدة من هذه النيماتودا في تأخر نمو النبات، ويختلف ذلك باختلاف الصنف النباتي. وقد تزداد أعداد النيماتودا في التربة، كلما زاد حجم النمو الجذري الذي يستطيع إعالة وتغذية الأعداد الكبيرة منها، وقد لا يبدو التأثير الضار للنيماتودا في أول الموسم الزراعي، لكنه يزداد في مرحلة الحصاد، وذلك لزيادة الأعداد النهائية من النيماتودا. وترتبط الخسائر في المحصول نتيجة لأعداد النيماتودا أيضاً بكل من؛ حالة التربة، والمحتوي الرطوبي، والصنف النباتي، وقدرته على التحمل، وكذلك على وجود السلالات المختلفة لهذه النيماتودا. وقد تشترك النيماتودا الكلوية *R . reniformis* مع بعض الفطريات مثل أجناس؛ *Fusarium*، و *Verticillium* التي تسبب الذبول الوعائي في القطن في حدوث الأمراض المركبة، إلا أنه قد لوحظ في نباتات القطن المقاومة للفطر، أن وجود النيماتودا *R . reniformis* لم يؤدِ إلى زيادة القابلية للإصابة بالفطر (Birchfield, 1962 ؛Neal, 1954).



شكل 3: بعض الأطوار في دورة حياة النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis* على جذور الطماطم:

أ- أنثى ما قبل التطفل

ب- أنثى متطفلة

ج- كيس بيض معلق على المجموع الجذري من الخارج

د- أربعة أكياس بيض في مكان تغذية واحد

2- 2. القدرة الإمراضية Pathogenicity

يمكن تحديد الكثافات العددية الابتدائية (Pi) للنيماتودا الكلوية *R. reniformis* المنتشرة في مزارع القطن قبل الزراعة، وذلك للتنبؤ بمدى الضرر المتوقع حدوثه للمحصول. ولقد بينت إحدى الدراسات (Salem *et al* ., 1974)، أنه كلما انخفضت الكثافة العددية للنيماتودا في بداية الزراعة، زاد معدل تكاثرها. أما في حالة الكثافة العددية المرتفعة، فإن معدل تكاثر النيماتودا ينخفض نتيجة لقلة الكمية المتاحة أمامها من الغذاء (الجذور). هذا وقد وبينت الدراسة أيضاً انخفاض وزن الجذور والمجموع الخضري لنباتات القطن نتيجة للإصابة بالنيماتودا. وفي دراسة أخرى (Abd El-Hameed, 1976) لتأثير النيماتودا الكلوية على نباتات البصل، أكدت النتائج أنه بزيادة مستويات الكثافة العددية الابتدائية للنيماتودا في التربة، يزداد التدهور فى نمو نبات البصل، وكذا الأبصال الناتجة. كما بينت الدراسة أيضاً أن جميع الأصناف المختبرة من البصل كانت عوائل مناسبة جداً لتكاثر هذه الآفة.

تمت دراسة تأثير مستويات كثافة اللقاح الابتدائي (Pi) للنيماتودا الكلوية (300، و600، و1200، و2400 نيماتودا/أصيص) على نباتات الفلفل الحار *Capsicum annum* تحت ظروف الصوبة الزجاجية(Ameen *et al.*, 1995) . وقد أوضحت هذه الدراسة تزايد الأعداد النهائية (Pf) للنيماتودا في نهاية الموسم كلما زاد مستوى اللقاح. أما عامل التكاثر (Rf) فقد كان أعلى في المستويات المنخفضة عنه في المستويات المرتفعة من اللقاح. وكذلك انخفض الوزن الجاف لكل من: الثمار، والأوراق في النباتات المصابة تدريجياً بزيادة مستوى اللقاح. كما انخفض أيضاً وبنفس الكيفية محتوى الثمار من المادة الفعالة "الكابسين"، وكذلك محتوى الأوراق من بعض الأحماض الأمينية مثل: الجلوتامين، والآرنيسين، والبرولين، والفينايل الانين.

كما أوضح Osman (1973) أن الأعداد النهائية للنيماتودا الكلوية *R. reniformis* تنخفض على نباتات الطماطم في نهاية الموسم عند المستويات المرتفعة من اللقاح الابتدائي للنيماتودا في التربة، وأن ذلك يرجع إلى عجز المجموع الجذري للنباتات المصابة عن توفير

الغذاء اللازم لتكاثر هذه الآفة، وأنه كلما ازدادت مستويات اللقاح الابتدائي من النيماتودا تدريجياً، ازداد تدهور نباتات الطماطم.

وفي دراسة لتأثير مستويات كثافة اللقاح الابتدائي للنيماتودا الكلوية على العنب، تبين أن العدد النهائي للنيماتودا قد زاد بزيادة مستوى اللقاح حتى مستوى معين فقط. كما بينت الدراسة أن مستوى اللقاح 1000 نيماتودا/ نبات قد سبب نقصاً معنوياً في الأوزان الطازجة والجافة للمجموع الخضري والجذري، وأن الجذور كانت أكثر تأثراً من المجموع الخضري في ذلك، كما سبب مستوى اللقاح 3981 يرقة/نبات خفضاً يعادل 50٪ من الوزن الطازج الجاف للمجموع الخضري (Kesba, 1999).

وفي السعودية، تم تسجيل وجود النيماتودا الكلوية لأول مرة، وبدرجة انتشار، وكثافة عددية مرتفعتين في مزارع النخيل بمحافظة عنيزة بمنطقة القصيم، كما سجلت أيضاً بدرجة انتشار وكثافة عددية أقل في بساتين الرمان، وحقول البرسيم والكوسة بنفس المحافظة (الرحياني وفرحات، 2004).

وقد يؤدي إحداث تغير في فسيولوجية النبات العائل إلى التأثير على تكاثر وتطور النيماتودا الكلوية على هذا النبات، حيث أدت إضافة النيتروجين مع الإيثيفون Ethephon إلى زيادة تركيزات الفنيولات والأوكسينات في جذور أشجار المانجو، مما أدى إلى زيادة مقاومتها للنيماتودا، وأيضاً إلى حدوث ظاهرة عكس الجنس Sex reverse، وزيادة نسبة الذكور (التي لا تتغذى) إلى الإناث، ومن ثمّ، انخفضت أعداد النيماتودا الكلوية (Badra and Khattab, 1982).

2- 3. الدراسات التشريحية المرضية Histopathological studies

أوضحت الدراسات التشريحية لجذور القطن المصابة بالنيماتودا الكلوية *R. reniformis* أن هذه النيماتودا تتطفل أساساً على خلايا الطبقة المحيطية (البريسيكل Pericycle) في الجذور الصغيرة، وخلايا البريدرم Periderm في الجذور المسنة، وأنها تكون خلايا مغذية كبيرة الحجم حول رؤوسها لتتغذى عليها (شكل 4)، مما يسبب تلفاً واضحاً لهذه الجذور (Oteifa and Salem 1972 ؛Salem, 1970). كما أوضحت أيضاً

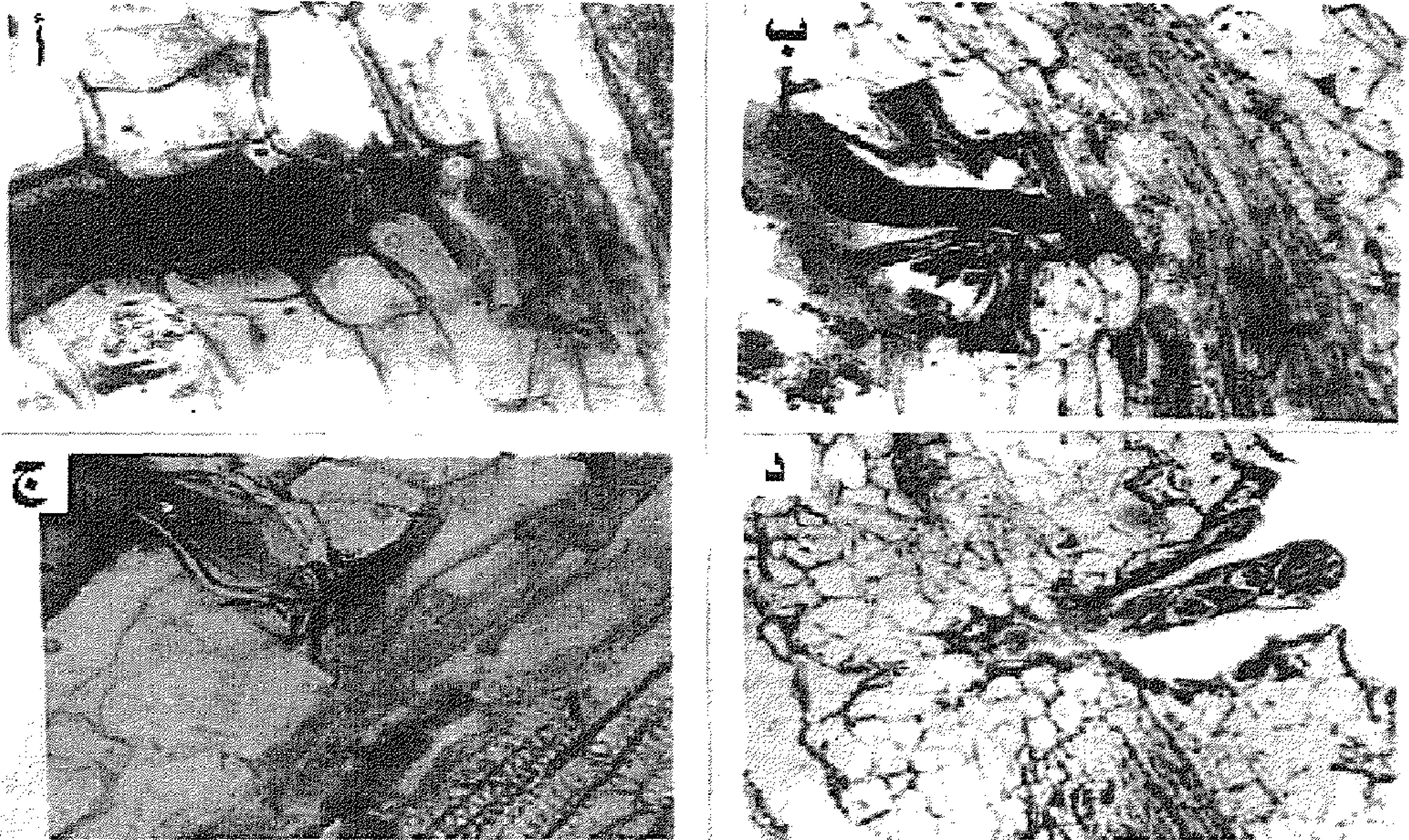
بعض الدراسات التشريحية أن إصابة النيماتودا الكلوية *R. reniformis* لجذور كل من؛ نباتات الطماطم (Osman, 1973؛ Oteifa *et al.*, 1974)، والبصل (Abd El-Hameed, 1976) تؤدي إلى تقرح أنسجة البشرة والقشرة والبشرة الداخلية (الإندودرمس)، وكذلك حدوث تضخم غير طبيعي في خلايا الطبقة المحيطية (البريسيكل) وأنسجة الخشب في الجذور المصابة، مما يؤدي إلى الإقلال من كفاءة الجذور على أداء وظائفها الحيوية. وقد أوضح Oteifa *et al.* (1974) أيضاً أنه في حالة إصابة جذور الطماطم بكل من؛ النيماتودا الكلوية، ونيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. فإن النيماتودا الكلوية يكون لها تأثير مضاد على الخلايا العملاقة Giant cells التي تحدثها نيماتودا تعقد الجذور لتتغذى عليها، مما يؤثر سلباً في تطورها وتكاثرها.

2- 4. التداخل مع مسببات أمراض النبات الأخرى

Interaction with the other plant pathogens

قد تشترك النيماتودا الكلوية في تواجدها وتطفلها مع أنواع أخرى من النيماتودا المتطفلة على النبات، وقد لوحظ هذا التفاعل بالفعل بين النيماتودا الكلوية ونيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* على نباتات الطماطم، حيث أظهرت بعض الدراسات المصرية (Oteifa *et al.*, 1974؛ Osman, 1973) التأثير المضاد للنيماتودا الكلوية على نيماتودا تعقد الجذور، وذلك من خلال تأثيرها على الخلايا العملاقة التي تحفز تكوينها نيماتودا تعقد الجذور داخل الجذر لتتغذى عليها، وقد يكون السبب في ذلك هو زيادة أعداد النيماتودا الكلوية علي حساب أعداد نيماتودا تعقد الجذور. وتؤكد ذلك دراسة أخرى (Kheir *et al.*, 1979) أوضحت تفاعل نيماتودا تعقد الجذور *M .javanica* مع ثلاث عزلات مختلفة من النيماتودا الكلوية على الفاصوليا واللوبيا، إلا أن هذه الدراسة قد بينت أن التأثير المضاد للنيماتودا الكلوية يختلف باختلاف العزلة. ومن ناحية أخرى، لم يظهر أي تأثير جوهري على أعداد أو معدل تكاثر النيماتودا الكلوية نتيجة تواجدها مع نيماتودا تعقد الجذور.

وبرغم أن جميع معاملات العدوى المشتركة بكلا النوعين من النيماتودا قد أدت إلى خفض أعداد العقد البكتيرية على الجذور، فإن هذا التأثير كان أكثر وضوحاً في حالة العدوى المنفردة بنيماتودا تعقد الجذور عنه في الحالات الأخرى.



شكل 4: التغيرات التشريحية في جذر طماطم مصاب بالنيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis*:

أ- غزو الجزء الأمامي من النيماتودا الكلوية لطبقة القشرة في جذر الطماطم.

ب- تحطم الخلايا البرانشيمية لنسيج القشرة في مكان الإصابة.

ج- مناطق متقرحة بالقرب من رأس النيماتودا وحول الجسم.

د- فجوات على شكل أنفاق نتيجة لغزو النيماتودا لأنسجة الجذر.

وفي دراسة أخرى (Taha and Kassab, 1979)، تسببت النيماتودا الكلوية بحدوث تضخم في خلايا الطبقة المحيطية (البريسيكل) وخلايا البشرة الداخلية (الإندودرمس)، وكذلك في خلايا العقد البكتيرية على جذور اللوبيا، وقد وجد أن التغيرات التشريحية التي تحدث بسبب الوجود المنفرد لأي من النيماتودا الكلوية، أونيماتودا تعقد الجذور لم تختلف عنها في حالة وجودهما معاً في نفس الجذر. كما أوضح Youssef and Amin (1997) أنه كلما زادت كثافة اللقاح الابتدائي بكل من؛ النيماتودا الكلوية *R. reniformis*، ونيماتودا تعقد الجذور *Meliodogyne javanica* حتى مستوى 5000 نيماتودا من كل نوع/نبات، زادت أعداد الإناث البالغة وأكياس البيض لكلا النوعين من النيماتودا مجتمعين، بينما انخفضت تلك الأعداد في حالة العدوى بالمستوى الأعلى من اللقاح (10000 نيماتودا من كل نوع/ نبات). كما بينت الدراسة أيضاً زيادة أعداد النيماتودا الكلوية دائماً على حساب نيماتودا تعقد الجذور في كل حالات العدوى المشتركة. ولقد لوحظ تأثير وتداخل مشابه أيضاً لكل من؛ النيماتودا الكلوية، ونيماتودا تعقد الجذور على البطاطس من حيث الكثافة العددية والتغيرات التشريحية بواسطة Kheir and Abadir (1982).

2- 5. الدراسات البيئية Ecological studies

تعد النيماتودا الكلوية *R. reniformis* من أهم أجناس النيماتودا المصاحبة لجذور أشجار الجوافة، وقد لوحظ أن لحرارة التربة تأثيراً كبيراً على تذبذب أعداد هذه النيماتودا، حيث سجلت أعلى كثافة لها في فصلي الصيف والربيع مقارنة بفصلي الخريف والشتاء، علاوةً على وجود فترتين على الأقل تزداد فيهما الأعداد إلى الذروة، ولكنها محصورة كلها في فترة نمو الأشجار من مارس (آذار) إلى نوفمبر (تشرين ثاني) حيث حرارة التربة مرتفعة (Ismail and Yassin, 1992).

وفي المملكة العربية السعودية، وجدت النيماتودا الكلوية في 9٪ فقط من العينات التي جمعت من مزارع محافظة عنيزة في السعودية بمنطقة القصيم. وبالرغم من ذلك، فقد سجلت هذه النيماتودا أعلى كثافة عددية (2456 فرد/ 250 غم تربة) من بين جميع أنواع

النيماتودا الأخرى، وقد اختلفت قيم الكثافة العددية لتلك النيماتودا باختلاف العائل النباتي، حيث كانت أعلاها على النخيل (الرحياني وفرحات، 2004).

درس Al-Sayed and Ahmed (1992) تأثير كل من: مياه النيل، والمياه الجوفية، ومياه الصرف، وماء البحر، ومياه الشرب (ماء الصنبور)، والماء المقطر على تطور وتكاثر النيماتودا الكلوية على اللوبيا. وقد أوضحت الدراسة سمية مياه البحر للنيماتودا ولنباتات اللوبيا ذاتها، كما كان لمياه الصرف تأثير مثبط على قدرة النيماتودا في إحداث العدوى بسبب زيادة عناصر: الصوديوم، والماغنسيوم، والكلور. أما مياه النيل فقد شجعت نمو وتكاثر النيماتودا بالمقارنة مع المياه المقطرة ومياه الشرب والمياه الجوفية.

وفي دراسة (Yassin and Ismail, 2005)، للتعرف على أنسب حيز مكاني لنمو نباتات اللوبيا عند مستوى معين من كثافة اللقاح الابتدائي للنيماتودا الكلوية، أجريت تجربتان: الأولى زراعة نبات واحد/250، و500، و750، و1000، و1250 غ تربة. وفي التجربة الثانية، زيادة عدد النباتات بحيث يكون نبات واحد/250 غم تربة. وقد أوضحت هذه الدراسة تأثر كل من: معدل تكاثر النيماتودا، ونمو النبات باختلاف وزن التربة (الحيز المكاني)، حيث زاد معدل تكاثر النيماتودا بزيادة الحيز المكاني حول النبات. أما أفضل نمو للنباتات فقد تحقق عندما تمت زراعة النباتات بمعدل نبات واحد/500 غم تربة، أو نباتين/1000غم تربة، ثم بدأ معدل نمو النباتات يتراجع مع زيادة عدد النباتات ومع زيادة الحيز المكاني، على عكس معدل تكاثر النيماتودا الذي تزايد طردياً مع زيادة كل من: عدد النباتات، والحيز المكاني.

2- 6. المكافحة Control

2- 6- 1. الأصناف المقاومة Resistance

تم اختبار خمسة أصناف من البطاطس لدراسة مدى مقاومتها للنيماتودا الكلوية *R. reniformis* (Kheir *et al.*, 1982)، وقد وجد أن النيماتودا قد تكاثرت عليها جميعاً، غير أن الأعداد النهائية للنيماتودا وأعداد الإناث ومعدل التكاثر قد تفاوتت من صنف لآخر.

وكذلك وجد أن نمو النباتات في جميع الأصناف قد تأثر نتيجة للإصابة بالنيماتودا، ولكن بدرجات مختلفة. وبناءً على قدرة النيماتودا على التكاثر، وقدرة النباتات على النمو، تم تصنيف الأصناف المختبرة، فاعتبر الصنفان: "كوزيما"، و"إسنا" شديدا القابلية للإصابة، بينما اعتبر الصنفان: "ديزيريه"، و"جراتا" ذي قابلية متوسطة للإصابة، أما الصنف "ألفا" فقد اعتبر قليل القابلية للإصابة. وفي دراسات أخرى (Al-Sayed *et al.*, 1986؛ Montasser, 1986)، وجد أن النيماتودا قد أمكنها التطفل على جميع أصناف البطاطس المختبرة وأن اختلف معدل تكاثرها تبعاً للصنف، وقد تم تحديد مدى حساسية الأصناف للإصابة تبعاً لأعداد كتل البيض على الجذور والأعداد النهائية للنيماتودا. وفي دراسة أخرى، تم تقييم استجابة بعض أصناف البطاطس المستوردة (Montasser *et al.*, 1992) للإصابة بالنيماتودا الكلوية تحت ظروف الصوبة الزجاجية. وقد أظهرت جميع الأصناف المختبرة تبايناً كبيراً في درجة استجابتها للإصابة وفقاً لاختلاف صنف العائل ونوع النيماتودا. ومن ثم، تم قياس درجة الإصابة على أساس كل من عدد العقد على الجذور، ودرجة تكاثر النيماتودا، حيث وجد أن الصنفين: "ألفا"، و"مونديال" قابلان للإصابة، أما الأصناف: "وراحا"، و"جنيت"، و"سيرانا 28"، و"ليست أ" فقد أظهرت درجات عالية من المقاومة. وفي دراسة تحت ظروف الصوبة الزجاجية أيضاً (Abd-Elgawad *et al.*, 1993)، تم اختبار عشرة أصناف من الطماطم للإصابة بالنيماتودا الكلوية، ولم يتبين وجود أية أصناف منيعة أو عالية المقاومة من بين هذه الأصناف. ولكن تدرجت تلك الأصناف من درجة مقاوم كما في الصنف "كاندولا" إلى عالي القابلية للإصابة مثل الأصناف: "كاستل روك" و"تومينا" و"كورال"، و"أكابا" و"جوبيليم". وفي دراسة لاختبار قابلية بعض أصناف السلجم للإصابة بالنيماتودا الكلوية *R. reniformis* تحت ظروف الصوبة الزجاجية (Ismail and Yassin, 1993)، أظهرت الدراسة تنوعاً في درجة الإصابة والمقاومة بين الأصناف المختبرة، حيث أظهر الصنف "كانديل" درجة عالية من المقاومة، بينما تراوحت الأصناف الأخرى بين متوسط المقاومة وقابل للإصابة، وشديد القابلية للإصابة.

2- 6- 2. المكافحة الحيوية Biological control

تمت دراسة فعالية عدة أنواع من فطر الترايكودرما *Tricoderma* وهي: *T. harazianum*، و*T. viride*، و*T. koningii*، و*T. reesei*، و*T. hamatum* في مكافحة كل من: النيماتودا الكلوية، ونيماتودا تعقد الجذور تحت الظروف المخبرية والبيت الزجاجي. وقد أعطى راشح المزرعة الفطرية Culture filtrate الذي تم الحصول عليه من بيئات جميع هذه الفطريات فعالية عالية في مكافحة كلا النوعين من النيماتودا على الباذنجان، وكان الأكثر قدرة في خفض أعداد الإناث وكتل البيض لكلا النوعين من النيماتودا هو راشح فطريات الأنواع: *T. harazianum*، و*T. hamatum*، و *T. koningii* (Bokhar, 2008).

وفي دراسة مخبرية عن إمكانية استخدام الفطر *Aspergillus ochraceous* كعامل حيوي ضد النيماتودا الكلوية (Ameen, 1991)، أظهرت الدراسة أن التركيز الأنسب لاستعمال هذا الفطر في مكافحة تلك النيماتودا هو 2 مغ من الفطر/1 مل ماء مقطر، كما أن النيماتودا التي تأثرت لم تستعد نشاطها بعد وضعها في الماء المقطر لمدة خمسة أيام. وقد وجد أن الفطر يؤثر على النيماتودا عن طريق إفرازه لنوع من السموم يسمى Ochratoxin، وأن لطول فترة تخزين هذا السم في الثلاجة على درجة 10 ْم تأثيراً على فاعليته. وفي دراسة أخرى (Ameen, 1996) لتقييم هذا الفطر كعامل حيوي لمكافحة النيماتودا الكلوية على نباتات بازلاء الحمام في الأصص تحت ظروف الصوبة الزجاجية، وجد أن إضافة 15 مل من محلول راشح المزرعة الفطري إلى التربة، قد أحدث خفضاً معنوياً في أعداد النيماتودا، علاوةً على تحسين نمو نباتات بازلاء الحمام تحت ظروف الصوبة. وكان الراشح المستخلص من بيئة الفطر المنمى على حبوب الشعير هو الأفضل، يليه راشح الفطر المنمى على البيئة الصناعية. وفي دراسة لمكافحة النيماتودا الكلوية على نبات الكاموميل المستخدم لأغراض طبية وغذائية باستخدام بعض المحاليل الفطرية والبكتيرية، وكذلك مستخلص نبات العشار (Ismail and El-Nagadi, 2005)، وجد أن محلول البكتيريا *Bacillus thuringiensis* هو الأكثر كفاءة، يليه محلول البكتيريا *Bacillus subtilis*، فمحلول الفطر *T. harzianum* ، وأخيراً مستخلص نبات العشار *Calotropis procera*.

قام Yassin and Ismail (1993) بزراعة نباتات الزينيا *Zinnia elegans* محملة مع نباتات الطماطم، وذلك بكثافات تتراوح من صفر – 4 نبات زينيا/ أصيص يحتوي علي نبات طماطم واحد. وقد أدى ذلك إلى حدوث انخفاض في أعداد النيماتودا معنوياً، مع وجود علاقة سالبة بين كثافة الزينيا وأعداد النيماتودا، حيث أن أعلى انخفاض في معدل تكاثر النيماتودا حدث عند تحميل 4 نباتات زينيا/نبات طماطم.

2- 6- 3. المستخلصات العضوية والزيوت النباتية Organic extracts and plant oils

أوضحت بعض التجارب أن للمستخلصات المائية والعضوية، والزيوت النباتية المستخلصة من بعض أجزاء النباتات إفرازات قاتلة أو مثبطة للنيماتودا الكلوية (Ameen and Youssef, 1996a ؛ Ameen and Youssef, 1996b). وفي تجارب أخرى، وجد أن لنشارة الخشب، وسيقان نبات الأرز وأشجار الموز، وعيدان الذرة، وبقايا الماشية تأثيراً مشابهاً أيضاً (Ismail and Badawi, 1988). وكذلك، كان لمستخلصات بعض أنواع نبات القطيفة *Tagetes* فعالية شديدة في خفض أعداد النيماتودا الكلوية (El-Gengaihi *et al*., 2001)، كما كان لبعض الزيوت النباتية لنبات *Melissa officinalis* تأثير مخفض لأعداد النيماتودا الكلوية بنسبة عالية وخصوصاً؛ أعداد الإناث، وأكياس البيض، والإناث الواضعة للبيض (Amin, 2004 and 2005). وبالمثل، كانت هناك تأثيرات مشابهة لبعض المخلفات النباتية (Al-Sayed *et al*., 1992؛ Yassin, 1992؛ El-Nagar *et al* ., 1993؛ Ismail, 1998)، والمخلفات العضوية (El-Nagar *et al*., 1994؛ Ismail and Youssef, 1996؛ Amin and Youssef, 1997)، وبعض المبيدات العضوية والنباتية مثل السنكوسين و المارجوزان (Farahat *et al*., 1993)، والفورفورال furfural (Ismail and Mohamed, 2007)، وبعض الأحماض العضوية (Al-Sayed *et al*., 1988).

2- 6- 4. الأسمدة المعدنية Mineral fertilizers

أوضحت إحدى الدراسات (Al-Sayed and Ahmed, 1987) أن لإضافة بعض الأسمدة المعدنية مثل: فوسفات الكالسيوم، وسلفات البوتاسيوم، وسوبر فوسفات، وسلفات

الأمونيوم، واليوريا، إلى التربة الرملية، أو الرملية الطميية، أو الطميية تأثيراً مثبطاً للنيماتودا الكلوية.

2- 6- 5. منظمات النمو النباتية Plant growth regulators

تمت دراسة تأثير بعض منظمات النمو النباتية على النيماتودا الكلوية وتكاثرها على بعض المحاصيل الاقتصادية، ووُجد أن هذا التأثير يتفاوت بحسب نوع منظم النمو وطبيعته، وبحسب نوع النبات أيضاً. ولقد كان للسيكوسيل القدرة في خفض أعداد النيماتودا عندما استخدم بتركيزات؛ 1000، و2000 جزء في المليون بغض النظر عن موعد المعاملة. وكما اختلفت التأثيرات بين منظمات النمو على نمو النباتات المعاملة باختلافها واختلاف التراكيز المستخدمة منها (Farahat and Osman, 1988). ومن جهة أخرى، فقد زادت نسبة تطور إناث النيماتودا الكلوية بزيادة تركيز كل من منظمات النمو؛ 2, 4, 5-T، وCCC، و2,4-D (Korayem and El-Sonbaty, 1988).

2- 6- 6. تشميس التربة Soil solarization

تمت المقارنة بين استخدام طريقتي تشميس التربة والتبوير fallowing في مكافحة نيماتودا القطن الكلوية تحت ظروف نصف حقلية، وكانت النتائج مشجعة، وتكاد تكون متقاربة بين الطريقتين، ولكن طريقة التشميس كانت أسرع فى خفض أعداد النيماتودا مقارنة بطريقة التبوير (Farahat *et al*., 1994).

2- 6- 7. المكافحة الكيميائية Chemical control

يعد استخدام المبيدات النيماتودية خاصة الجهازية منها مثل: الفايديت، والتيراكيور، والنيماكيور، والفيوريدان، والألديكارب، وغيرها من الوسائل الفعالة في مكافحة النيماتودا الكلوية على المحاصيل الزراعية (Oteifa *et al*., 1970؛ Oteifa *et al* ., 1972؛ Osman, 1973؛ Farahat *et al.*, 1988؛ Osman and Farahat, 1989؛ Osman *et al*., 1989؛ Hammad *et al*., 1994).

3. المراجـــع References

أبوغربية وطلب العزة. 2004. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 1- 22.

الرحياني، سليمان بن محمد وأحمد عبد السلام فرحات. 2004. حصر أجناس النيماتودا النباتية المصاحبة للمحاصيل الزراعية في منطقة القصيم، المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك سعود، العلوم الزراعية، 17: 85- 110.

عبد القادر، مريم محمد، خالد العسس، ووليد نفاع. 2004: النيماتودا المصاحبة للمحيط الجذري لمحصول القمح في المنطقة الجنوبية من سورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية 20: 335- 343.

موسى، فكري فؤاد، سيد عبد العزيز منتصر، أبو الفتوح بكر أبو السعود، محمود محمد يوسف، ومعوض محمد محمد. 2004. التغيرات التشريحية في جذور نباتات قصب السكر المصابة بنيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus zeae*. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 103- 106.

اليحيى، فهد بن عبد الله بن علي. 2006. النيماتودا المتطفلة المصاحبة للمجاميع النباتية في محافظة أبي عريش في الجنوب الغربي من المملكة العربية السعودية. بحث رقم 140، مركز بحوث كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود. 18 صفحة.

Abd-Elgawad, M. M., F. M. Hammad, E. A. Anter, and H. Z. Aboul-Eid. 1993. Resistance of tomato cultivars to *Rotylenchulus reniformis*. Afro-Asian J. Nematol., 3: 139-142.

Abd El-Hameed, S. H. 1976. Host-Parasite Relations of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on Onion, *Allium cepa*. M. Sc. Thesis. Fac. Agric. Cairo Univ.

Al-Ahmad, M. 1987. The status of plant parasitic nematodes in cereals, food and forage legumes in Syria. Pp. 193-198 In: M. C. Saxena, R. A. Sikora, and J. P. Srivastava, (Eds.). Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions. Workshop Proceedings, Larnaca, Cyprus 1-5 March 1987. ICARDA, Aleppo, Syria.

Al-Hazmi, A. S., F. A. Al-Yahya and A. T. Abdul-Razig. 1995. Occurrence, distribution and plant associations of plant nematodes in Saudi Arabia, Research Bulletin No. 52, Agri. Res. Cent., King Saud Univ. Pp. 5-45.

Allow, J. M., and Z. A. Katcho. 1967. Nematode infestation of sugarcane in Iraq. Plant Dis. Reptr., 10: 809.

Al-Rehiayani, S., and S. Hafez. 1998. Host status and green manure effect of selected crops on *Meloidogyne chitwoodi* Race 2 and *Pratylenchus neglectus*. Nematropica, 28: 213-230.

Al-Sayed, A. A. and S. S. Ahmed. 1987. Effect of some inorganic fertilizers on reproduction of *Rotylenchulus reniformis* in relation to soil type. Ann. Agri. Sc., Moshtohor, Zagazig University, 25: 2335-2341.

Al-Sayed, A. A. and S. S. Ahmed. 1992. Effect of different water sources on infectivity, development and reproduction of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. Ann. Agri. Sci., Moshtohor, Zagazig University, 30: 1541-1547.

Al-Sayed, A. A., S. S. Ahmed and S. H. Abdel-Hameed. 1992. Influence of decomposing dry leaf powders on *Rotylenchulus reniformis* reproduction and growth response of soybean. Ann. Agri.l Sci., Moshtohor, Zagazig Univ., 30: 615-620.

Al-Sayed, A. A., S. S. Ahmed and S. A. Montasser. 1988. Effect of some organic acids on egg hatchability of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. Ann. Agri. Sci., Moshtohor, Zagazig Univ., 26: 1325-1332.

Al-Sayed, A. A., S. A. Montasser and M. R. A. Abbassy. 1986. Comparative reproduction of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* on some tomato cultivars. Al-Azhar J. Agri.,: 218 – 222.

Ameen, H. H. 1991. Nematicidal effect of *Aspergillus ochraceous* filtrate. Bull. Fac. Agri., Cairo Univ. , 42: 963-969.

Ameen, H. H. 1996. Evaluation of *Aspergillus ochraceous* for the biological control of *Rotylenchulus reniformis* infecting *Cajanus cajan*. Egypt. J. Biol. Pest Contr., 6: 25-26.

Ameen, H. H., M. M. Soliman, and S. A. Hasabo. 1995. Influence of initial inoculum densities of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on yield, capsaicin and free amino acid contents of *Capsicum annuum*. Menofiya J. Agri. Res., 20: 2069-2076.

Ameen, H. H. and M. M. A. Youssef. 1996a. Efficiency of seed soaking in certain plant and manure extracts in the control of *Rotylenchulus reniformis* infecting cowpea . Egypt. J. Appl. Sci., 11: 205-213.

Ameen, H. H. and M. M. A. Youssef. 1996b. Nematoxicity of certain plant materials against the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* infecting Tomato plants. Egyptian J. Biol. pest cont., 6: 31-34.

Amin, W. A. 2004. Nematicidal potential of some essential plant oils and yeast extract in controlling *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on Tomato. J. Agri. Sci., Mansoura Univ., 29: 2067- 2076.

Amin, W. A. 2005. Nematicidal activity of some essential oils of plants of families Apiaceae and lamiaceae on *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* infecting cowpea. Pak. J. Nematol., 23: 339-347.

Amin, A. W. and M. M. A. Youssef. 1997. Effect of organic soil amendments on the parasitism of *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis* and growth of sunflower. Proc. The first conf. Agri. Sci., Fac. Agri., Assiut Univ., Assiut, 1997.

Badra, T., and M. M. Khattab. 1982. Chemically induced resistance to *Rotylenchulus reniformis* by ethephon growth regulant and relevant pathometabolites in mango seedlings. Nematol. Medit., 10: 49-56.

Birchfield, W. 1962. Host-Parasite relations of *Rotylenchulus reniformis* on *Gossypium hirsutum*. Phytopathology, 52: 862-865 .

Bokhar, F. 2008. Efficacy of some *Trichoderma* species in the control of *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne javanica*. Toxicol. Lett., 180: S180.

Carrasco-Ballesteros S., Castillo, P., Adams, B. J. and E. Pérez-Artés. 2007. Identification of *Pratylenchus thornei*, the cereal and legume root-lesion nematode, based on SCAR-PCR and satellite DNA. Europ. J. Plant Pathol., 118: 115-125.

Di Vito, **M., Greco, N., and M. C. Saxena. 1992**. Pathogenicity of *Pratylenchus thornei* on chickpea in Syria. Nematol. Medit., 20:71-73.

Eissa, M. F. M. and F. F. Moussa. 1982. Efficacy of some systemic nematicides on nematode populations and yield of wheat in Nile-Delta with reference to a new criterion "Nematistatic Value" for evaluation of nematode population characteristics. Res. Bull., No. 1741, Fac. Agri., Ain Shams Univ., Egypt: 1-10

El-badri G.A., W. Bert, and E. Geraert. 2001. Tylenchida associated with different crops in Sennar State (Sudan). Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet., 66: 633-643.

El-Gengaihi, Souad, O. A. Hamida, M. M. A. Youssef and S. M. Mohamed. 2001. Efficacy of *Tagetes* species extracts on the motrality of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. Bull. NR.C., Egypt, 26:441-450.

El-Maleh, A. and Z. Edongali. 1995. Plant Parasitic nematodes associated with grape vine in Libya. Pak. J. Nematol., 13: 77-81.

El-Nagar, H. I., H. H. Hendy, S. H. Abdel-Hameed, A. A. Farahat and A. A. Osman. 1993. The role of dry ground leaves of some plants in controlling the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* infecting sunflower. Bull. Fac. Agri., Cairo Univ., 44: 205-216.

El-Nagar, H. I., H. H. Hendy, A. A. Osman, and A. A. Farahat. 1994. The Impact of organic soil supplement on *Rotylenchulus reniformis* infecting cowpea, *Vigna sinensis*. Bull. Fac. Agri., Cairo Univ., 45: 895-904.

El-Sherif, A. G. 1976. Studies on the Root- Lesion Nematode, *Pratylenchus brachyurus* on Egyptian Cotton, *Gossypium barbadense*. Ph. D. Thesis. Fac. Agri., Cairo Univ. Cairo, Egypt.

El-Sherif, A. G. 1980. Effect of soil type on plant growth and NPK contents of cotton plants infected with *Pratylenchus brachyurus*. J. Agri. Sci. Mansoura Univ., 5: 46-55.

El-Sherif, A. G. and G. M. Youssif. 1978. Screening of cotton cultivars to the root lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus* infection. Fourth Conf. Pest Cont. , NRC, Cairo, 1978.

El-Sherif, A. G. and A. A. Abdel-Ghany. 1981. Efficacy of aldicarb (Temik 10G) in controlling *Pratylenchus brachyurus* infecting cotton. J. Agri. Sci. Mansoura Univ., 6: 169-174.

El-Sherif, A. G., D. M. El-Gindi, and B. A. Oteifa. 1978. Influence of *Pratylenchus brachyurus* on the incidence of *Rhizoctonia solani* damping- off of cotton. Proc. AAASA 3rd general conference Ibadan-Nigeria 111: 275-298.

El-Zawahry, A. M., T. H. A. Olthof and G. W. Potter. 1998. The nematicidal effects of *Tagetes* spp. on the final population of *Pratylenchus penetrans*. Int. J. Nematol., 8: 117-122.

Farahat, A. A. and A. A. Osman. 1988. Response of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* infected tomato to some growth

regulators applied as foliage spray. Zagazig Univ. Fac. of Agri. Sci., Moshtohor-Tukh, A.R.E. 26, June, 1988.

Farahat, A. A., A. A. Osman and H. I. El- Nagar. 1994. A comparison between solarization and fallow in controlling the reniform nematode populations. Bull. Fac. Agri., Cairo Univ., 45: 541-548.

Farahat, A. A., A. A. Osman, H. I. El-Nagar, and H. H. Hendy. 1993. Evaluation of Margosan and Sincocin as biocides of the reniform nematode infecting sunflower. Bull. Fac. of Agri., Cairo Univ., 44: 191-204.

Farahat, A. A., M. Y. Yassin, A. A. Osman and A. W. Amin. 1988. The effect of certain nematicidal concentrations in controlling different population densities of the reniform nematode *Rotylechulus reniformis*. Bull. Egypt. Zool. Soc., 37: 1988.

Greco, N. and M. Di Vito. 1994. Nematodes of food legumes in the Mediterranean basin. EPPO Bull., 24: 393-398.

Greco N., M. Di Vito, and M. C. Saxena. 1990. Soil solarization for control of *Pratylenchus thornei* on Chickpea in Syria. In: J. E. DeVay, J. Stapleton, J. and C. L. Elmore (Eds.). Proc. The First Int. Conf. Soil Solar. 19-25 February. Amman, Jordan,

Hammad, F. M., M. M. Abd-Elgawad and E. A. Anter. 1994. Effects of urea and nematicides on sugar beet yield and polyspecific nematode community. Afro-Asian J. Nematol., 4: 101-103.

Hasabo, S. A. A. 2006. Management of the root-lesion nematode, *Pratylenchus zeae* on sugar cane by some organic and non-organic soil amendments. Minufiya J. Agri. Res., Shibin El-Kom, Egypt, 31: 207-219.

Hashim, Z. 1983a. Plant parasitic nematodes associated with olive in Jordan. Nematol. Medit., 11: 27-32.

Hashim, Z. 1983b. Plant-parasitic nematodes associated with pomegranate (*Punica granatum* L.) in Jordan and an attempt to chemical control. Nematol. Medit., 11: 199-200.

Ismail, A. E. 1998. Effect of soil amendments with some hardwood barks on reproduction of Rotylenchulus reniformis and growth of sunflower. Pak. J. Nematol., 16: 137-144.

Ismail, A. E. and M. A. Badawi. 1988. Role of certain composted plant or animal residues in the control of *Rotylenchulus reniformis* on cowpea. Pak. J. Nematol., 16: 127-136.

Ismail, A. E. and W. M. A. El-Nagadi. 2005. Evaluation of some biocides and latex-bearing plants for controlling the reniform nematode,

Rotylenchulus reniformis on chamomile *(Matricaria chamomilla).* Pak. J. Nematol., 23: 221-231.

Ismail, A. E. and M. M. M. Mohamed. 2007. Effect of different concentrations of furfural as a botanical nematode and the application methods in controlling *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* infecting sunflower. Pak. J. Nematol., 25: 45-52.

Ismail, A.E. and M. Y. Yassin. 1992. Seasonal fluctuation of plant – parasitic nematodes associated with Guava (Psidium guajava L.). Egypt. J. Appl. Sci., 7: 243-250.

Ismail, A. E. and M. Y. Yassin. 1993. Evaluation of some oil seed-rape cultivars against reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis.* Zagazig J. Agri. Res., 20: 707-723.

Ismail, A. E. and M. M. A. Youssef. 1996. Influence of animal manures as soil amendments on the development and reproduction of *Rotylenchulus reniformis* and *Hirschmanniella oryzae*. Afro-Asian J. Nematol., 6: 162-165.

Ismail, A. E., W. M. A. El-Nagdi, and S. A. Hasabo. 2005. Efficacy of some local isolates of *Saccharomyces cerevisiae, Trichoderma harzianum* and *T. ressei* as bioagents for controlling *Helicotylenchus exallus* and *Pratylenchus zeae* infecting jasmine in Egypt. Egypt J. Phytopathol., 33: 27-40.

Kesba, A. H. 1999. Biological and Pathological Studies of Plant Parasitic Nematodes Infecting Grape, *Vitis vinifera L.* M. Sc. Thesis. Fac. Agri. Cairo Univ.. Cairo, Egypt.

Kheir, A. M. A. 1972. Host-Parasite Relationship of the Root Rots Nematode *Pratylenchus zeae* on Maize, *Zea mays.* Ph. D. Thesis. Fac. Agric. Cairo Univ., Cairo, Egypt.

Kheir, A. M. and S. K. Abadir. 1982. Effect of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* alone and in combination on potato, *Solanum tuberosum.* Res. Bull., No. 487. Fac. Agri., Zagazig Univ., Egypt,

Kheir, A. M., N. A. Abdel-Bari, and S. K. Abadir. 1982. Parasitism of certain potato cultivars by *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. Res. Bull. No. 490. Fac. Agri., Zagazig Univ., Egypt.

Kheir, A.M., M. A. El-Sherif and A. A. Farahat. 1979. Interaction of the root-knot and reniform nematodes as coinhabitants affecting nematode reproduction and rhizobium nodulation. Bull. Fac. of Agric., Cairo Univ., Vol. XXX, No. 1, 2 : 47-59.

Korayem, A. M. and M. R. El-Sonbaty. 1988. Effect of some plant growth regulators on survival, Maturation and sex ratio of *R. remiformis*. Al-Azhar J. Agri. Res., 9: 177-186.

Koura, F. H. 1968. Biological Studies of Some Nematodes Parasitic on Corn. M. Sc. Thesis, Fac. Agri., Cairo Univ. Cairo, Egypt.

Mani, A. and M. S. Al-Hinai. 1997. Plant-parasitic nematodes associated with alfalfa and fluctuations of *Pratylenchus jordanensis* population in the Sultanate of Oman. Fund. and appl. Nematol., 20: 443-447.

Mani, A. and M. S. Al-Hinai. 2003. Observations on sampling tool, vertical distribution and weed hosts of *Pratylenchus jordanensis* in an alfalfa field. Nematol. Medit., 31: (Abstract).

Mani, A., M. S.. Al-Hinai, and Z. A. Handoo. 1997. Occurrence, population density, and distribution of root-lesion nematodes, *Pratylenchus* spp., in the sultanate of Oman. Nematropica, 27: 209-219.

Mani, A., S. A. Muzna, and Z. A. Handoo. 1998. Plant-parasitic nematodes of crops in Dhofar Governorate, Sultanate of Oman. Nematropica, 28: 61-69.

Montasser, S. A. 1986. Resistance in tomato cultivars to the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. Pak. J. Nematol., 4: 79-82.

Montasser, S. A., A. A. Al-Sayed and S. S. Ahmed. 1992. Varietal response of potato to *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis* .Ann. Agri. Sci., Moshtohor Fac. Agri., Zagazig Univ., 30: 607-614.

Montasser, S. A., F. F. Moussa, M. M. A. Youssef, , A. B. Aboul Sooud, and M. M. M. Mohamed. 2002a. Seasonal fluctuation of *Pratylenchus zeae* in fields of sugarcane in relation to soil type and temperature. Pak. J. Nematol., 20: 39-46.

Montasser, S. A., F. F. Moussa, M. M. A. Youssef, A. B. Aboul-Sooud, and M. M. M. Mohamed. 2002b. Response of certain cultivars of sugar cane to infection by *Pratylenchus zeae,* the root-lesion nematode. Pak. J. Nematol., 20: 47-55.

Moody, E. H., B. F. Lownsbery and J. M. Ahmed. 1973. Culture of the Root-Lesion Nematode *Pratylenchus vulnus* on Carrot Disks. J. Nematol., 5: 225-226.

Nicol, J., R. Rivoal., S. Taylor, and M. Zaharieva. 2004. Global Importance of Cyst (*Heterodera* spp.) and Lesion Nematodes (*Pratylenchus* spp.) on Cereals: yield loss, population dynamics, use

of host resistance and integration of molecular tools. Nematol. Monographs and Perspect., 2: 233-251.

Neal, C. D. 1954. The reniform nematode and its relationship to the incidence of *Fusarium* wilt of cotton at Rouge, Louisiana. Phytopathology, 44: 447-450.

Osman, A. A. 1973. Host-Parasite Relations of the Reniform Nematode, *Rotylenchulus reniformis* on Tomato, *Lycopersicum esculentum.* M. Sc. Thesis. Fac. Agric., Cairo University. Cairo, Egypt.

Osman, A. A. and A. A. Farahat. 1989. Effect of time of applicaton on the action of systemic nematicides on *Rotylenchulus reniformis* infecting cowpea. Bull. Zool. Soc. Egypt, 38: 41-47.

Osman, A. A., A. A. Farahat and A.W. Amin. 1989. Organic amendments as co-agent with systemic nematicides to control nematodes infecting cowpea. Bull. Zool. Soc. Egypt, 38: 49-63.

Oteifa, B. A. and A. A. Salem. 1972. Biology and Histopathogenesis of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis,* on Egyptian cotton, *Gossypium barbadense* Actas III Conger. Un. Fitopat. medit., Oeiras, 299-304.

Oteifa, B. A. and A. Taha. 1964. Significance of plant parasitic nematodes in maize deterioration problem. I: Nematode species involved in the syndrome of diseased plants. Tech. Bull. Bahtim Exp. Stn., Egypt. Agric. Org., 73: 16 pp.

Oteifa, B. A, D. M. Elgindi and S. A. Eleraki. 1972. Evaluation of some granules systemic nematicides for the control of *Rotylenchulus reniformis* on Egyptian cotton. Bull. Fac. Agri., Ain Shams Univ., 514: 1-13.

Oteifa, B. A., M. A. El-Sherif and A. A Osman. 1974. Histopathogenesis of *Rotylenchulus renifromis* and *Meloidogyne incognita* as coinhabitans in roots of tomato, *Lycopersicum esculentum.* Bull. Fac. of Agric. Cairo University, Vol. XXV, No. 1, 1974.

Oteifa, B. A., M. A. Gibrial and E. M. Sidkey. 1970. Effect of certain carbamated and phosphated pesticides on the soil population density of the *Rotylenchulus reniformis* of cotton, *Gossypium barbadense.* Agri. Res. Rev. Min. Agric. U.A.R., 48: 129-131.

Saad, A. T., W. E. Schloesser, D. P. Taylor. 1972. Occurrence and distribution of plant-parasitic nematodes in Lebanon. FAO Pl. Prot. Bull., 20: 105-110.

Saadabi, A. M. 1985. Studies on the biology and control of some root-lesion nematodes with emphasis on *Pratylenchus sudanensis,* n.sp.

Loof and Yassin, 1970 on cotton in the Gezira area. Int. Nematol. Netw. Newsl., 2: 11-13.

Saadabi, A. M. 1988. Plant parasitic nematodes associated with sugar cane at Kenana sugar estate of Sudan. Int. Nematol. Netw. Newsl., 5: 28-30.

Saadabi, A. M. and A. M. Yassin. 2007. Role of *Pratylenchus sudanensis*, a root-lesion nematode in the syndrome of cootn wilt in Gezira area of Sudan. Agri. J., 2(3): 415-418.

Salem, A. A 1970. Pathogenesis of the Reniform Nematode, *Rotylenchulus reniformis* on Cotton, *Gossypium barbadense*. Ph. D. Thesis. Fac. Agric., Cairo Univ. Cairo, Egypt.

Salem, A. A., M. F. Eissa and A. Y. Elgindy. 1974. Inoculum potential of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* in relation to growth response of cotton, *Gossypium barbadense*. Zagazig J. Agri. Res., Vol. 1, No. 1, Dec. 1974.

Shafiee, M. F., F. H. Koura and B. A. Oteifa. 1974. Comparative population dynamics of *Pratylenchus zeae* and *Hoplolaimus aegypti* on maize, *Zea mays*. Ann. Agri. Sci., Moshtohor, 1 : 235-243.

Taha, A. H. Y. and A. S. Kassab. 1979. The histopathological reactions of *Vigna sinensis* to separate and concomitant parasitism by *Meloidogyne javanica* and *Rotylenchulus reniformis*. J. Nematol., 11: 117-123.

Troccoli, A., F. Lamberti and N. Greco. 1992. *Pratylenchus* species occurring in Algeria (Nematoda Pratylenchidae). Nematol. Medit., 20: 97-103.

Yaseen, T. 2008. Phytosanitary status of citrus in Syria. Second workshop EuroMed Citrus net work project, 03 April.

Yassin, A. M. and Z. E. Mohamed. 1980. Studies on the Biology and Chemical Control of Root Lesion Nematode, *Pratylenchus sudanensis* Loof and Yassin 1970, from the Gezira. Zeitschrift Fur Angevai\DTB Zoologie, 2/80: 225-231.

Yassin, M. Y. and A. E. Ismail. 2005. Effect of space on the multiplication of the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* Lin. & Ol. on cowpea, *Vigna sinensis*. J. Pest Sci., 67: 125-126.

Yassin, M. Y. 1992. Effect of some systemic nematicides on the control of *Rotylenchulus reniformis* on cowpea, *Vigna sinensis* as infuenced by time of application and soil type. Egypt. J. Appl. Sci., 7: 147-158.

Yassin, M .Y. and A. E. Ismail. 1993. Effect of *Zinnia elegans* as a mix-crop along with tomato against *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. Pak. J. Nematol., 11:31-35.

Yousef, D. M. and J. J. S. Jacob. 1994. A nematode survey of vegetable crops and some orchards in the Ghor of Jordan. Nematol. Medit 22: 11-15.

Youssef, M. M. A. and A. W. Amin. 1997. Interaction between Meloidogyne javanica and *Rotylenchulus reniformis* on cowpea. Egypt. J. Agronematol. 1: 85-92, 1997.

Youssef, M. M. A., M. H El-Hamawi, and B. E. Mohamed. 1997. Effect of cropping sequence on the population dynamics of the corn cyst, lesion and stunt nematodes. Zagazig, J. Agric. Res. 24: 1081-1086.

Zeidan, A. B. and E. Geraert. 1991. *Pratylenchus* from Sudan, with the description of two new species (Nemata: Tylenchida). Rev. de Nématol. 14: 261-275.

الفصل الثاني عشر

نيماتودا ثآليل الحبوب

Cereal Seed-Gall Nematode (*Anguina tritici* Steinb)

زهير عزيز اسطيفان[1] و وليد إبراهيم أبوغربية[2]

(1) الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة، أبو غريب، بغداد، العراق.

(2) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

المحتويات

1. مقدمة

2. الموقع التصنيفي والوصف المورفولوجي للنيماتودا — Classification and morphology

3. إحيائية النيماتودا — Biology

3- 1. دورة الحياة — Life cycle

3- 2. البقاء — Survival

3- 3. الظروف البيئية الملائمة — Favorable environmental conditions

3- 4. العوائل وسلالات النيماتودا — Hosts and races

3- 5. أعراض الإصابة — Symptoms

4. انتشار النيماتودا في البلدان العربية — Occurrence and distribution in the Arab countries

5. الأهمية الاقتصادية — Economic importance

6. التداخل مع مسببات الأمراض الأخرى — Interaction with other disease causal agents

7. مكافحة النيماتودا — Nematode control

8. الملخص — Conclusion

9. المراجع — References

1. مقدمــة

تعد محاصيل الحبوب من أهم مصادر الغذاء والمحافظة على بقاء الإنسان وحيواناته الداجنة، ومن أهمها القمح والشعير. وقد قدرت المساحة المزروعة بالقمح في البلدان العربية لعام 2006 بحوالي (11.58) مليون هكتار أنتجت (31.26) مليون طن. وزرع من الشعير حوالي (6.47) مليون هكتار أنتجت (6.64) مليون طن (الكتاب السنوي للاحصاءات الزراعية العربية، المجلد 27 ,2007).

وعلى الرغم من أن الآفات الحشرية والمرضية معروفة منذ فترة طويلة في مهاجمتها محاصيل الحبوب وإحداثها أضرارا اقتصادية مهمة كتدهور كمية انتاج الحبوب ونوعيتها، إلاّ أن الأضرار التي تسببها النيماتودا المتطفلة على النباتات قد عرفت في وقت متأخر نسبياً. وما زالت البحوث جارية في مختلف مناطق العالم لمعرفة أنواع هذه النيماتودا ودراسة أنشطتها الحيوية، وتأثير الظروف البيئية عليها، وعلاقتها بالعائل النباتي، بالإضافة إلى مكافحتها. وقد أظهرت نتائج البحوث والدراسات أن أهم أنواع النيماتودا التي تصيب القمح والشعير تشمل كلاً من: نيماتودا الحويصلات Cyst nematodes، ونيماتودا تعقد الجذور Root-knot nematodes، ونيماتودا ثآليل الحبوب Seed-gall nematode ، ونيماتودا التقرح Lesion nematode.

أما تاريخياً، فلنيماتودا ثآليل الحبوب *Anguina tritici* أهمية خاصة، حيث حظيت هذه النيماتودا بأول تسجيل علمي للنيماتودا المتطفلة على النباتات في تاريخ علم النيماتودا. وقد كان ذلك الاكتشاف التاريخي على يد رجل دين انجليزي اسمه Needham سنة 1743م (Needham, 1743) ، حيث قام بفتح إحدى ثآليل بذور القمح السوداء المتجعدة وفحصها تحت المجهر البسيط الخاص به، ظاناً بأنها مصابة بمرض التفحم، ولكنه وجد شيئاً آخر. ودوّن ما رآه بكلماته في مجلة علمية، حيث قال: "عندما قمت مؤخراً بفتح بذره قمح صغيرة سوداء وجدت مادة بيضاء متليّفه Fibrous، وعندما فحصت جزءاً منها تحت المجهر تبدى لي بأنها تتكون بمجملها من ألياف طولية متشابكة. ولعلك تفاجأ عندما ترى بأن هذه الأشياء التي لم تكن تبدي أي حراك أو حياة، عندما وضعت عليها نقطة ماء

لتفريقها، ولشدة دهشتي، دبت الحياة في هذه الألياف العجيبة وشرعت بالتفرق واتخاذ حركة عشوائية إلتوائية، وما زالت تقوم بذلك لتسع إلى عشر ساعات عندما تخلصت منها. انني مقتنع بأنها نوع من الحيوانات المائية، ولعلنا نتبين بأنها ديدان، أو ثعابين eels أو أفاعي serpents ، كونها تماثلها تماماً" .

وفي عام 1857 نشر Davine أول بحث تفصيلي عن دورة حياة هذه النيماتودا. ثم نشرت بعدها بحوثاً عديدة في كثير من أنحاء العالم مثل المانيا، فرنسا، وانجلتره. أما في الولايات المتحدة فقد سجلت هذه النيماتودا من قبل Johnson عام 1909 ثم سجل المرض في الصين، روسيا، الهند، الباكستان، استراليا، البرازيل وبعض الدول العربية (ICARDA-135, 1987 ; Christie, 1959).

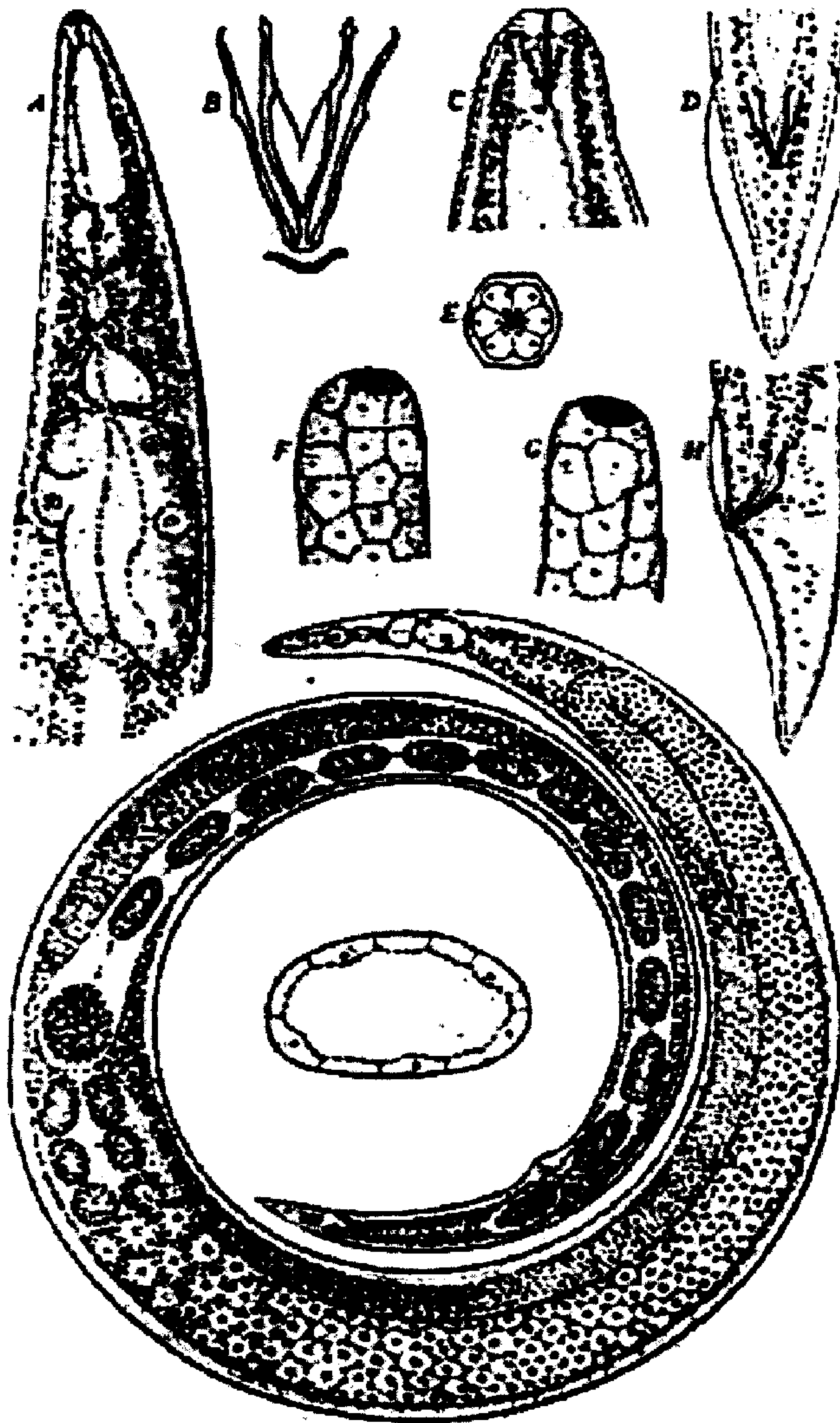
ويتضمن هذا الفصل معلومات أساسية عن النيماتودا *A. tritici* أخذت من مصادر متعددة منها (Luc, *et al.*, 1990 ؛ Thorne, 1961 ؛ Christie,1959 ؛ الحازمي، 1992؛ Evans,1993) ، كما يتضمن نتائج البحوث والدراسات التي أجريت حول النيماتودا في البلدان العربية المختلفة.

2. الموقع التصنيفي والوصف المورفولوجي للنيماتودا
Classification and morphology

تضم الرتبة (Order) Rabditida تحت الرتبة (Suborder) Tylenchina وهذه بدورها تضم أربعة فوق عائلة (Superfamilies) إحداها فوق العائلة Sphaerulaioidea التي تضم عائلة واحدة (Families) هي عائلة Anguinidae ويتبع لهذه العائلة ثلاثة اجناس هي *Ditylenchus* ، *Subanguina* و *Anguina* . يضم الجنس *Anguina* أكثر من 40 نوعاً، ولكن يعد النوع *A. tritici* هو الأكثر أهمية من الناحية الاقتصادية لإصابته محصولي القمح والشعير بشكل خاص.

تكون أجسام هذا النوع من النيماتودا دودية منتفخة قليلاً ومنحنية داخلياً في جهتها البطنية. طولها 1.5 – 4 ملم وذات مبيض واحد طويل يتجه إلى الأمام وينعكس على

نفسه مرة أو مرتين، وبداخله خلايا بيضيه متراصة حول المحور (شكل 1). تقع الفتحة التناسلية في الجزء الخلفي لجسم الأنثى والذيل قصير مخروطي. الذكر أقصر وأنحف من الأنثى ويكون أقل انحناءً وغير ممتلئ، وذا جراب تناسلي وغدة تناسلية منعكسة أيضاً. أما الرمح فقصير وضعيف بطول 8- 10 ميكرون مع بصله قاعدية صغيرة في الذكر وكبيرة غير منتظمة الشكل في الانثى. (Evans *et al*., 1993).



شكل **1**. الشكل المورفولوجي والتشريحي لنيماتودا تثآلل الحبوب.

(المصدر: من مجموعة سلايدات SON)

3. إحيائية النيماتودا Biology

يعد الجنس *Anguina* أحد أجناس النيماتودا المتطفلة على النباتات، ويشمل على أنواع تصيب المجموع الخضري للنباتات. هذه النيماتودا متطفلة إجبارياً وتتسبب عادة بتكوين عقد Galls على سيقان وأوراق وأطوار البذور الأولية لنباتات العائلة النجيلية. يتميز الطور اليرقي الثاني لهذه النيماتودا باستطاعته البقاء (Survive) في حالة سكون بيولوجي لعشرات السنين تحت الظروف غير المواتية في محفظة قاسية جداً ومحكمة الإغلاق تدعى بالثألول أو العقدة البذرية (Seed gall).

3- 1. دورة الحياة Life cycle

تبدأ دورة حياة النيماتودا *A. tritici* بوجود ثآليل النيماتودا (عقد بذرية) في التربة، سواء كانت من ثآليل تساقطت في التربة أثناء حصاد المواسم السابقة أو لدى زراعة بذور قمح أو شعير ملوثة بثآليل النيماتودا. تحتوي الثآليل على يرقات الطور الثاني J2 في حالة سكون Quiescence تحت ظروف الجفاف. ولكن عند توفر الظروف المواتية لتطور النيماتودا والتي تتمثل بالجو البارد المعتدل الرطب، فإن جدار الثؤلول المكوَّن من خلايا نسيج كولينكايمي Collenchyma الصلب، ما يلبث أن يمتص الماء ويصبح طريّا، وسرعان ما تستأنف اليرقات حياتها من جديد، وتأخذ طريقها إلى الخارج متجهه نحو بادرة القمح أو الشعير حديثة الإنبات والتطور. وعند تطور النبات تجد اليرقه طريقها للأعلى في غشاء مائي إلى أن تصل القمة النامية وتتحرك معها. في هذه المرحلة تتغذى اليرقات خارجياً على أنسجة الورقة الملتفة. وعندما يتم تكوّن ساق النبات ترتقي اليرقات معه إلى حيث يتكون الشمراخ الزهري وتدخل مبايض البذور المتكونه. يدخل عدد من يرقات الجنسين داخل مبايض الأزهار حديثة التكوين وتبدأ بالتغذية وتتطور نحو الأطوار اليرقيه التالية، وما تلبث أن تنتج إناثاً وذكوراً تتزاوج وتنتج مئات أو آلاف من البيوض التي تفقس إلى يرقات تتطور إلى الطور الثاني داخل المبيض الذي يتحول إلى ثألول. وتدخل يرقات الطور الثاني عند

جفاف السنابل في حالة السكون. وتستغرق دورة الحياة موسماً كاملاً، أي أن للنيماتودا دورة حياة واحدة فقط (من الطور الثاني إلى الطور الثاني التالي) في الموسم الواحد.

ويتفاوت عدد البيوض ويرقات الطور الثاني داخل الثألول من بضع مئات إلى 30-40 ألف، وفق حجم الثألول ووزنه وعوامل أخرى. ففي العراق تراوح معدل أعداد اليرقات في الثألوله الواحدة ما بين 19 إلى 41 ألف يرقه وبلغ أعلى عدد ليرقات الثألوله الواحدة 77 ألف يرقة (البلداوي وآخرون، 1985)، بينما وجد Cobb (1932) 9000 يرقة/ ثألوله كبيرة الحجم لأحد اصناف القمح. أما أعداد اليرقات/ ثألوله من الشعير فقد تراوحت بين 2686 و 3634 يرقه (Stephan and Antoon, 1990) ، وتعد الثألوله بما تحويه من اطوار نيماتودية مقاوم جداً للجفاف.

أظهرت نتائج الأبحاث زيادة نسبة الإصابة بالنيماتودا كلما زاد عدد العدوى بالثآليل حتى 24 ثألوله للقوار/الاصيص الواحد، بينما تقل نسبة الإصابة عند العدوى بعدد يفوق ذلك حتى بلوغ 40 ثألوله لكل قوار/إصيص (البلداوي وآخرون، 1985). كذلك فقد تبين ازدياد الإصابة عند العدوى بالثآليل أو يرقات الطور الثاني عند الزراعة مقارنة بالعدوى بعد إنبات البذور.

3- 2. البقاء Survival

تبدأ الثألوله بالتشكل بعد إصابة المبيض الزهري وبداية تغذية يرقات النيماتودا عليها داخلياً. وبدلاً من أن يتطور المبيض إلى بذرة عادية فإنه يتحول إلى شكل إناء مغلق يتكون جداره الخارجي من نسيج من خلايا الكولينكايما Collenchyma الذي يصبح شديد الصلابة عند نضج المحصول وجفاف الثآليل، وعندها تدخل يرقات الطور الثاني في سكون بيولوجي قد يطول سنين عديدة تحت ظروف الجفاف. وقد وجد أنه بعد خزن هذه الثآليل لمدة 20 عاماً في المختبر تحت ظروف الجفاف، أمكن الحصول على يرقات حية ونشطة قادرة على إحداث إصابة العائل النباتي الحسّاس (اسطيفان وآخرون، 2000) . ولكن حالة السكون هذه تصبح بلا قيمة عند توفر ظروف الرطوبة والحرارة المناسبة، أي عند تواجدها في التربة عند زراعة بذور حبوب القمح أو الشعير.

وفي جانب من دراسة أجريت في سورية (الزينب و الملوك، 2002)، تبين أن يرقات النيماتودا *Anguina tritici* من عشيرتين إحداهما من القمح والأخرى من الشعير تمكنتا من البقاء حية و بحيوية عالية لمدة 6 – 8 أسابيع في بيئة مائية تحت ظروف المختبر.

3- 3. الظروف البيئية الملائمة Favorable environmental conditions

تحت ظروف الدِّفء والرطوبة تخرج يرقات الطور الثاني من الثآليل إلى التربة ، كما أشرنا سابقاً. ولكن بعد ذلك، فهي بحاجة إلى ظروف محددة من الحرارة والرطوبة لكي تنمو وتتطور وتتكاثر. أهم عامل في هذه الحالة هو وجود الرطوبة الكافية التي تسمح بتكوين غشاء مائي على النبات وفي ثنايا أوراقه النامية الملتفة لكي تتحرك فيه النيماتودا وتتمكن من التغذية. تتهيأ مثل هذه الظروف في المناطق الشمالية من البلدان العربية، بخاصة الجبلية التي تهطل فيها أمطار الربيع، وكذلك عند بلوغ النباتات مرحلة متقدمة قرب الأزهار وتكوين السنابل. ففي الأردن على سبيل المثال، وجدت سوداح (1967)، وكذلك Abu-Gharbieh and Tamimi (1982) زيادة حدوث المرض في اتجاه الشمال والغرب من العاصمة عمّان، حيث يتفاوت هطول الأمطار بين 400– 600 ملم في العام، ويزداد تفاقماً لدى هطول الأمطار الربيعية والمتأخرة. أما في المناطق الجنوبية والشرقية من البلاد، وكذلك في المناطق الغورية المروية التي يقل فيها هطول الامطار عما ذكر آنفاً، فلا وجود للنيماتودا في هذه المناطق. كذلك يحدث المرض في ظروف مماثلة تقريباً في بعض البلدان العربية الأخرى كالعراق وسورية. ففي العراق وجد Al-Taleb *et al.* (1986) حدوث نيماتودا ثآليل الشعير في محافظات شمال العراق بينما لم تسجل في محافظات الوسط والجنوب.

3- 4. العوائل وسلالات النيماتودا Hosts and races

في الغالب الأعم تعد النيماتودا *A. tritici* آفه تصيب القمح، ولكنها أيضاً تصيب الشيلم وبعض النباتات الأخرى، ولكن ذكر Henslow (1841) وباحثون آخرون بأن الشعير والشوفان يمكن أن يصابا إصابات بسيطة. كما وجد بأن هناك عشائر مختلفة من النيماتودا يجسدها اختلاف في قياسات العينات المأخوذة من مناطق مختلفة من الصين.

وفي البلدان العربية، سجلت نيماتودا ثآليل الحبوب على القمح في العراق وسورية والأردن وفي السعودية وبعض البلدان العربية الأخرى بدرجة أقل. كما تشير التقارير إلى تسجيل المرض على الشعير في كل من العراق وسورية كما سيأتي بيانه لاحقاً.

ولقد اعتبرت عشائر النيماتودا التي تصيب كلاً من القمح والشعير سلالتين منفصلتين لتشابههما مورفولوجياً واختلافهما في العوائل المصابة؛ الأولى تصيب أصناف القمح وتسبب مرض ثآليل القمح والثانية تصيب أصناف الشعير وتسبب مرض ثآليل الشعير. ولكن يعتقد البعض بأن هناك اختلافات مورفولوجية بين السلالتين قد تؤدي إلى فصلهما إلى نوعين species مختلفين.

وقد أشارت بعض الدراسات في العراق (Stephan and Antoon, 1990 ؛ اسطيفان وآخرون، 2000) إلى وجود أربع سلالات للنيماتودا *A. tritici*. ومع ذلك فشلت جميع هذه السلالات في إصابة بعض أدغال/ أعشاب القمح والشعير والشوفان البري *Avena fatua* ، أبو دميم *Phalaris minor* ، والحنيطة *Lolium rigidum* ورويطه *L. temulentum* ، بينما أظهر القمح الشيلمي (ترتيكالي – إباء 138) مقاوم عالية.

3- 5. أعراض الإصابة Symptoms

تبدأ الإصابة عندما تهاجم يرقات الطور الثاني بادرات القمح أو الشعير الصغيرة وتتغذى على أوراقها بالقرب من قممها النامية. تتميز النباتات المصابة في هذا المرحلة بتقزمها وتجعد الأوراق والتفافها (شكل 2)، وقد تتسبب الإصابة الشديدة بموت البادرات. أما السنابل المصابة فتتميز بقصرها وانفراج عصافاتها عند مقارنتها بالسنابل غير المصابة وقد تشوه حاملها (شكل 3). تتسم السنابل المصابة بالكامل بصغر حجمها وبكونها أرفع من السنابل السليمة (شكل 4)، وتكون السنيبلات المصابة إما عقيمة غير حاوية على ثآليل النيماتودا أو تحتوى على عدد قليل منها.



شكل **2**. أعراض الإصابة بنيماتودا ثآليل الحبوب على أوراق بادرات القمح.

(تصوير وليد أبوغربية)



شكل **3**. أعراض *A. tritici* على سنابل القمح النامية.

(تصوير وليد أبوغربية)



شكل **4**. أعراض *A. tritici* على سنابل القمح كاملة الناضجة (سنبلة سليمة على يسار الصورة).
(المصدر: من مجموعة سلايدات SON)

تكون الثآليل أو العقد البذرية في مرحلة ما قبل نضج المحصول (الطور اللبني) ذات لون أخضر فاتح وتبدو ممتلئة ناعمة، وتحتوى في هذا الطور على الإناث والذكور الناضجة وعلى أعداد كبيرة من البيوض. بعد ذلك، ولدى الدخول في مرحلة نضج النبات، يميل الثألول إلى اللون البني، ومن ثم يزداد اسوداداً ويصبح أصغر حجماً متجعداً بالمقارنة مع الحبوب السليمة. وهنا تتلاشى بداخله أطوار النيماتودا من ذكور وإناث وبيوض تدريجياً بحيث يبقى فقط الطور اليرقي الثاني في حالة السكون البيولوجي.

4. انتشار النيماتودا في البلدان العربية
Occurrence and distribution in the Arab countries

منذ عقود عديدة تم نقل ثآليل النيماتودا مع بذور القمح إلى جميع مناطق إنتاج القمح في العالم. ولقد أشار Sikora (1987) إلى حدوث هذه النيماتودا في بلدان أوروبا وأمريكا الشمالية الباردة، وفي المناطق شبه الجافة الباردة من دول شمال افريقيا وغرب آسيا واستراليا. ولكن مع تقدم وسائل الانتاج للمحاصيل الاقتصادية حالياً أصبح المرض المتسبب عن النيماتودا *A. tritici* نادر الحدوث من الناحية العملية في بلدان العالم الغربي المتقدمة، نتيجة الاعتماد الناجح لتكنولوجيا تنظيف الجذور. إلا أنه ما زال منتشراً في مناطق محدودة من العالم خاصة في المناطق والدول التي تتبع أساليب وطرقاً زراعية بدائية أو أنها نادراً ما تستخدم أساليب أو تدابير معاملة البذور وتنظيفها أو اتباع الدورات الزراعية المناسبة.

لقد شخّصت نيماتودا ثآليل الحبوب في عدد من الأقطار العربية. وما زال المرض يعد مشكلة في بعض دول الشرق الأوسط وشبه الجزيرة الهندية (Saxena *et al.* 1987). وفيما يلي استعراض لما نشر عن حدوث وانتشار نيماتودا ثآليل القمح والشعير في البلدان العربية.

4- 1. العراق

كان أول تسجيل لنيماتودا ثآليل الحبوب على القمح في العراق عام 1929 (Rao, 1929). وبعد ذلك سجلت النيماتودا في معظم محافظات العراق وتراوحت نسبة الإصابة ما بين 22.9 – 7٪ في حقول القمح، وتبين بأن معظم أصناف القمح المزروعة في العراق كانت حسّاسة للإصابة ولكن بنسب متفاوتة (البلداوي وآخرون، 1977 أ، ب؛ اسطيفان وآخرون، 2000).

سجلت نيماتودا ثآليل الشعير في العراق لأول مرة عام 1986 (Al-Taleb *et al.*, 1986)، ثم وجد أن 40 ٪ من حقول الشعير في محافظتي نينوى ودهوك في شمال العراق

ملوثه بشدة بهذه النيماتودا وتراوحت نسبة الإصابة ما بين 20- 90 ٪ ، بينما لم تلاحظ هذه النيماتودا في حقول الشعير للمنطقتين الوسطى والجنوبية من العراق.

4- 2. سورية

كان أول تسجيل لنيماتودا ثآليل القمح في سورية عام 1984 في المنطقة الجنوبية، حيث وجدت اصابات متوسطة سجلت في مناطق حلب وإدلب على صنف بياضي (Al-Ahmad, 1987). وفي عام 1986 لوحظت ظاهرة مرضية على نباتات الشعير في أهم مناطق زراعته في شمال سورية. تتسم هذه الظاهرة بزيادة طول النباتات وعقم سنابلها، وقد عزي ذلك لوجود "نمط حيوي جديد" لنيماتودا ثآليل القمح في حقول الشعير (خطيب وآخرون، 2000). يعد الشعير من المحاصيل المهمة اقتصاديا في سورية، وتركز معظم المساحات المزروعة في محافظات حلب، الرقه والحكسه. ونظراً لأهمية محصولي القمح والشعير والأضرار الاقتصادية التي تسببها نيماتودا ثآليل الحبوب على المحصولين، فقد نفذت العديد من البحوث والمسوحات العلمية بهدف التصدي لهذه الآفه.

4- 3. الأردن

سجلت نيماتودا ثآليل القمح لأول مرة في الأردن عام 1965 (سوداح، 1967) على محصول القمح الذي يزرع في المناطق المطريه التي يتراوح الهطول السنوي فيها ما بين 400- 600 ملم في العام. وقد أجري مسح للنيماتودا في مناطق الأردن المختلفة (Abu-Gharbieh and Tamimi, 1982)، وبيّن بأن هذه النيماتودا توجد في المناطق الجبلية المطريه شمال وشمال غرب العاصمة عمّان، وتزداد شدتها شمالاً باتجاه الحدود السورية. إلاّ أن النيماتودا غائبة تماماً عن إصابة القمح في المناطق الجنوبية والشرقية من المملكة، بسبب جفافها حيث يقل متوسط هطول الأمطار في هذه المناطق إلى ما دون 300 ملم في العام.

من جهة أخرى لم تظهر أية إصابات على محصول الشعير بالنيماتودا، مما يدل على أن هذه السلالة فشلت في دخول مناطق زراعة الشعير في الأردن، أو أن الظروف

الجوية القائمة غير مناسبة لإحداث حالة مرضية على الشعير. وقد أجرى أبو غربية دراسة (غير منشورة) لتجربة عدوى سلالة ثآليل الشعير لعدد من أصناف القمح الشائعة في الأردن، إلا أن أياً منها لم يصب بهذه السلاله.

4- 4. السعودية

سجلت نيماتودا تثالل الحبوب لأول مرة في السعودية بالجرشي التابعة لمنطقة الباحة عام 1963 (الناطور، 1963)، وذلك ضمن دراسة مسحية للأمراض المترافقة مع بذور القمح. كما أشار(1986), Abu-Thuraya إلى وجود هذه النيماتودا في جميع مناطق القمح بالمملكة، كما أشير إلى وجودها في منطقة الخرج عام 1983 (Al-Hazmi *et al.*, 1983)، وفي منطقة القصيم عام 2002 (Al-Rehiayani and Farahat, 2002). هذا وقد أشار اليحيى (2002) في كتابه حول نيماتودا النبات في المملكة العربية السعودية، إلى أنّ الضرر الاقتصادي لنيماتودا ثآليل الحبوب يعد محدوداً في الوقت الحاضر، وعزا ذلك إلى استخدام التقاوي المعتمدة وسهولة مكافحتها، وأشار إلى أن بعض المزارعين لا يزالون يعمدون إلى تغطيس تقاوي القمح في محلول ملحي فتطفوا "الحبوب" المصابة وتُزال بينما ترسب الحبوب السليمة.

4- 5. بلدان عربية أخرى

في مصر، كانت هذه النيماتودا منتشرة إلى حد ما في حقول القمح ، خاصة في محافظة الفيوم جنوب القاهرة، إلاّ أن العناية بإنتاج التقاوي النظيفة جعل خطر هذه الآفة معدوماً تقريباً في الوقت الحاضر (كذلك، 2000) . وفي تقرير قدمه عطيفه في مؤتمر علمي في كراتشي (Oteifa, 1987) لم يشر إلى حدوث هذه النيماتود على القمح في مصر.

وفي المغرب، أجري مسح لدراسة النيماتودا المتطفلة على النباتات في مناطق زراعة القمح والشعير (Ait Ighil, 1981)، حيث تم تعريف عشرة أجناس من النيماتودا، غير أن النيماتودا *A. tritici* لم تكن من بينها.

وفي السودان أيضاً، أجريت عدة مسوحات (El-Amin and Siddiqi, 1970; Yassin *et al.*, 1970; Decker *et al.*,1980)، حيث تم تسجيل 12 جنساً من النيماتودا المتطفلة على القمح، ولكن القائمة خلت من نيماتودا ثآليل القمح.

وأخيراً، فقد ذكر اليحيى (2002) بأنه قد تم تسجيل نيماتودا الثآليل على محصول القمح في فلسطين، ولكن لم يذكر المرجع الأصلي لهذا التواجد. هذا ولم ترد أية معلومات عن تواجد النيماتودا في البلدان العربية الأخرى.

5. الأهمية الاقتصادية Economic importance

يتضح مما ذكر آنفاً بأن نيماتودا ثآليل الحبوب تسبب أضرارا سلبية على نمو نباتات القمح والشعير، وهذه تتمثل بضعف النباتات نتيجة تغذية النيماتودا المباشرة عليها وتشويه أجزائها الخضرية، وكذلك تحويل مبايض الأزهار إلى عقد بذرية (Seed galls) بدلاً من الحبوب، أو أنها تؤدي إلى عقم كامل للسنابل في حالات الإصابة الشديدة. وقد ترجمت هذه الأضرار إلى خسائر تباينت نسبها وفقاً لشدة الإصابة ومدى مواءمة الظروف البيئية لتفاقم المرض. فقد أشارت التقديرات إلى فقد في الإنتاجية لغاية 90.75٪ لمحصولي القمح والشعير في العراق، وبنسبة 53.7 و 20.1٪ في سورية، وفقداً مقداره 5٪ من إنتاجية القمح في الأردن، في حين كان وجود المرض طفيفا في بعض البلدان العربية أو أنه لم يسجل في بلدان عربية أخرى.

وهناك عدد من التجارب العلمية التي أجريت في العراق وسورية حول نسب الإصابة والفقد في المحصول، جراء استخدام كثافات متزايدة من العدوى بأطوار النيماتودا. ففي العراق، وجد الطائي وآخرون (1993) تدهوراً في إنتاجية صنف الشعير، "أسود" وهو صنف محلّي حسّاس للإصابة، تتراوح بين 26.3– 73٪ وذلك في خمس مناطق خلال موسم 1989/1988. وفي تجربة أخرى (البلداوي وآخرون، 1985)، أستعمل صنف القمح مكسيباك الحسّاس للإصابة بنيماتودا ثآليل القمح، وتمت العدوى بـ 4– 40 ثألوله / إصيص. أوضحت النتائج تزايد النسبة المئوية للإصابة وشدة إصابة البذور طردياً مع زيادة مستوى اللقاح وحتى معدل 24 ثألولة / إصيص، ثم أخذت الإصابة بالهبوط التدريجي كلما

ارتفع مستوى اللقاح. وقد عزا ذلك إلى احتمال وجود ظاهرة المنافسة بين يرقات النيماتودا عند المستويات العالية من العدوى. وفي نتائج مماثلة أيضاً في العراق(Stephan, 1988)، وعند استعمال صنف الشعير "أسود" المحلي الحساس للإصابة بنيماتودا تثألل الشعير ولقاح معدي من 2- 35 ثألولة/ إصيص، زادت نسبة الإصابة طردياً مع زيادة مستوى اللقاح حتى 20 ثألولة / إصيص ثم أخذت الإصابة بالانخفاض لكن دون فروق إحصائية معنوية بين مستويات اللقاح من 15 - 35 ثألولة / إصيص.

وفي سورية، أدى استخدام معلق يرقي مقداره 125 يرقة من نيماتودا ثآليل الشعير لكل 125 جم تربة الى متوسط نسبة إصابة أربعة أصناف من الشعير بمقدار 24.4٪، وهذه زادت الى 49.8٪ عند العدوى بـ 1000 يرقة / 100 جم تربة (الزينب وآخرون، 2001). كذلك أظهرت دراسة مشابهة زيادة إصابة ثمانية أصناف من القمح القاسي والطري بنيماتودا ثآليل القمح طردياً مع ازدياد معدلات اللقاح المعدي بمقدار 100، 200، 300، 400، 800 يرقة / 100 جم تربة، كما تدرجت طرديا الإصابة على السنابل وأطوال النباتات (إسماعيل، 1999، إسماعيل وآخرون 2000). وقد أشارت التقارير المشار إليها إلى زيادة مساحة حقول القمح المصابة بهذا المرض في محافظتي حلب وإدلب بشكل مطرد، وكان إجمالي الخسارة في الإنتاج نتيجة لذلك حوالي 12196 طن لعام 1996 و 10334 طن لعام 1997. وقد عُزي ذلك إلى نقل العقد البذرية للمرض إلى مناطق جديدة مع حبوب البذار.

6. التداخل مع مسببات الأمراض الأخرى

Interaction with other disease causal agents

تتداخل نيماتودا ثآليل الحبوب *A. tritici* مع مسببات مرضية أخرى مثل البكتيريا *Corynebacterium michiganense* pv. *tritici* المسبب لمرض اصفرار وتعفن السنابل (Tundu) ، حيث تظهر إفرازات صفراء لزجه هي عبارة عن كتل البكتيريا المتكونة على السنابل. وقد ظهر هذا المرض في العراق على محصول الشعير-Stephan, 1988 ; Al (Taleb *et al.*,) 1986). وكذلك تتداخل هذه النيماتودا مع الفطر *Dilophospora*

alopercuri المسبب لظاهرة التواء أوراق وسنابل القمح، كما أشارت التقارير من العراق (البلداوي وآخرون 1988، صالح وآخرون، 1992) . وفي كلتا الحالتين تلعب يرقات الطور الثاني للنيماتودا دوراً بارزاً في نقل الجراثيم المسببة للأمراض إلى النمو الخضري، وبهذا تعمل النيماتودا وهذه المسببات المرضية الأخرى على زيادة الضرر الاقتصادي الناتج عن كل منهما.

وبالنسبة للتداخل بين نيماتودا ثآليل الشعير والفطر *D. alopercuri* ، فقد وجد الطائي وآخرون (1993) في العراق بأن الفطر لا يصيب الشعير عند عدم وجود النيماتودا، لكن هذه النيماتودا تلعب دوراً مهماً في زيادة نسبة إصابة أصناف الشعير عن طريق نقل جراثيم الفطر ميكانيكيا إلى السنابل.

7. مكافحة النيماتودا Nematode control

تشير كافة التقارير إلى اعتبار أن مكافحة نيماتودا ثآليل الحبوب أمرٌ يسيرٌ إذا روعيت بعض الإجراءات الزراعية التي تكفل عدم انتقال العقد البذرية من الحقول الموبوءة الى السليمة. وبالنسبة للحقول الموبوءة فإن تطبيق بعض التدابير الزراعية المناسبة يكون كافياً للقضاء على المسبب المرضي. ومن هنا أصبح أمر حدوث المرض جزءاً من الماضي في معظم مناطق إنتاج القمح والشعير في العالم، فيما استمر وجوده وانعكاساته الاقتصادية السلبية في بعض بلدان الشرق الأوسط وشرق أوروبا وبعض أجزاء شبه القارة الهندية والصين، وذلك بسبب تكرار زراعة اصناف القمح والشعير الحساسة للإصابة عاماً بعد عام.

وفيما يلي استعراض لبعض الأساليب المتبعة في مكافحة مرض ثآليل الحبوب في البلدان العربية.

7- 1. الدورة الزراعية Crop rotation

ربما لا توجد أية نيماتودا يمكن مكافحتها بسهولة أكثر من نيماتودا ثآليل القمح والشعير *A. tritici* ، حيث إن اتباع دورة زراعية لمدة سنة أو اثنتين، تتضمن زراعة محصول

مقاوم أو غير عوائلي non-host ، يعد كافياً من الناحية العملية للتخلص من المرض بشكل نهائي من الحقل الموبوء. ومن الواضح أن النيماتودا تخرج من طور السكون البيولوجي من الثآليل تحت تأثير توفر ظروف الحرارة والرطوبة المناسبتين، وليست إستجابة لإفرازات جذور النبات العائل لتحفيز نشاطها. وتبدأ اليرقات في البحث عن عائل تتغذى عليه، ولكن إذا ما تعذر وجود ذلك العائل المناسب فإنها تستمر في البحث إلى أن يصيبها الإعياء وتموت نتيجة نفاذ مخزونها من الغذاء.

وقد جرت عدة بحوث في البلدان العربية لدراسة تأثير استخدام الدورة الزراعية في مكافحة المرض. ففي إحدى التجارب في العراق (الطائي وآخرون، 1993)، أظهرت النتائج أن اتباع دورة زراعية لموسم واحد بزراعة الأرض الموبوءة بنيماتودا ثآليل الشعير بمحصول الحمص *Cicer arictinum* L. أو تركها بوراً Fallow، أدى إلى نظافة الحقل بشكل تام (100٪)، تلا ذلك معاملة زراعة الأرض بالقمح (77٪) مقارنة بمعاملة الشعير. وقد أعطت معاملات زراعة الحمص أو ترك الأرض بوراً أو زراعتها بالقمح انتاجاً قدره 1252، 1120 و 876 كجم/ هكتار، على التوالي، مقارنة بـ 200 كجم/ هكتار باستمرار زراعة الأرض الموبوءة بالشعير بعد الشعير.

وفي سورية، استخدم اسماعيل وآخرون (2000) القمح والقطن والذرة في دورة زراعية لمكافحة نيماتودا ثآليل القمح في سبع مناطق في محافظتي حلب والرقة. وقد كان تأثير الدورة الزراعية واضحاً في زيادة أو خفض نسبة الإصابة، إذ إن عدم اتباع الدورة الزراعية المناسبة (مثل الاستمرار في زراعة القمح) شجع على ازدياد مصدر العدوى في حقول المحافظتين. وقد عزا الباحثون عدم تمكن بعض المزارعين من إتباع دورة زراعية إلى عدم توفر مياه الري في بعض المزارع. ولكن عند توفر مياه الري يشجع اتباع الدورات الزراعية المناسبة التي تؤدي إلى تخفيض الإصابة بشكل جوهري.

7- 2. النظافة الصحية الزراعية Sanitation

بما أن ثآليل الحبوب هي المصدر الوحيد الذي يؤدي إلى إحداث الإصابة على كل من القمح والشعير، فإن خلو البذار من هذه الثآليل يمنع تماماً تلوث الحقل السليم بهذه

النيماتودا. وعلى ذلك فإنه من الواجب الحصول على بذار من مناطق خالية من هذه النيماتودا. ولكن في حالة تعذر هذه الإمكانية، فإنه يمكن التخلص من النيماتودا بسهولة، وذلك عن طريق الغربلة باستخدام المناخل الميكانيكية Mechanical screening ، حيث إن الثآليل أصغر حجماً وأقل وزناً من الحبوب السليمة . هذا الإجراء متبع في العديد من مراكز توزيع بذار الحبوب، كما في تجهيزات المؤسسة التعاونية الأردنية، التي تعمل على تنظيف البذار من الثآليل والشوائب الأخرى قبل توزيعها على المزارعين.

كما يمكن التخلص من ثآليل العقد البذرية بتغطيس البذور في محلول ملحي تركيز 20٪ حيث تطفو الثآليل على سطح الماء بينما تستقر السليمة في القاع. يلي ذلك غسل البذور جيداً بالماء لإزالة آثار الملوحة من على سطحها، ثم بعد ذلك يجري تجفيفها على شكل طبقة رقيقة على أرضية مناسبة قبل الزراعة. ولقد أشار اليحيى (2002) إلى اتباع مثل هذا الإجراء من قبل بعض المزارعين في المملكة العربية السعودية للتخلص من الحبوب المصابة والشوائب الأخرى في البذار.

7- 3. الأصناف المقاومة Resistant Cultivars

ذكرنا سابقاً بأن لنيماتودا تثآلل الحبوب *A. tritici* في كل من العراق وسورية سلالتين، إحداهما تصيب القمح والأخرى تصيب الشعير. وقد جرى في عدد من البلدان العربية اختبار بعض أصناف القمح والشعير لتقدير مدى مقاومتها للنيماتودا.

ففي العراق، وجد أن معظم أصناف القمح شائعة الاستعمال كانت حسّاسة للإصابة بسلالة القمح ولكن بنسب متفاوتة، فالصنفان "مكسيباك" و"عجيبة" كانا أكثرها حساسية بينما الأصناف "صابر بك"، "تلعفر- 3" و"إباء- 95" ، بالإضافة إلى جميع أصناف الشعير المختبره، كانت مقاومة للإصابة كلياً (البلداوي وآخرون 1977أ، ب ؛ اسطيفان وآخرون، 2000). وفيما يخص سلالة الشعير، فقد تفاوتت نسب الإصابة لثمانية أصناف من الشعير المختبره في حساسيتها ما بين 6.5٪ للصنف "اكساد 60" و 90.2٪ للصنف "أسود"، بينما لم تلاحظ أي إصابة لأصناف القمح المختبرة بهذه النيماتودا (الطائي وآخرون، 1993). لقد أكدت الدراسات وجود أكثر من سلالة لنيماتودا ثآليل الحبوب في

العراق ولكن السلالة التي تصيب أصناف القمح لا تصيب أي صنف من أصناف الشعير، والسلالة التي تصيب أصناف الشعير لا تصيب أي صنف من أصناف القمح (Al-Taleb *et al.*, 1986؛ Saleh and Fattah, 1989؛ Stephan and Antoon, 1990).

وفي سورية، أثبتت نتائج إحدى الدراسات (الزينب ومملوك، 1997) أن نيماتودا ثآليل القمح تصيب جميع أصناف القمح شائعة الاستعمال (بما في ذلك البرية)، ولكن بدرجات متفاوتة. فالصنفان "بحوث- 6" و"شام- 6" كانا أكثرها حساسية للإصابة وبنسبة قدرها 53.7٪ و 47.0٪ على التوالي، بينما أظهر الصنف "شام- 4" نوعاً من المقاومة، وبلغت الإصابة 7.4٪ . أما بالنسبة للقمح القاسي، فتراوحت نسبة الإصابة عدد 17 صنفاً بين 37.6٪ للصنف "بحوث- 5" و 14.4٪ للصنف "روما- 20604"، بينما فشلت هذه السلالة من إصابة أي صنف من أصناف الشعير. أما بالنسبة لسلالة الشعير، فقد لوحظ أن جميع أصناف الشعير المختبرة، وعددها عشرة أصناف، تفاوتت في حساسيتها للإصابة بين 20.1٪ للصنف "فرات- 1" و 78٪ للصنف "عرضه Arta". كما أصيبت أصناف الشعير البري الثلاثة بهذه السلالة، وبنسب بين 18.7٪ للصنف "181488" و 6.8٪ للصنف المحلي. بينما فشلت هذه السلالة من النيماتودا في إصابة أي صنف من أصناف القمح الطري أو القاسي.

وفي الأردن، لوحظ تفاوت في حساسية سبعة أصناف من القمح القاسي، وثلاثة أصناف من القمح الطري، وصنف واحد من كل من الشيلم والترتيكيلي لنيماتودا ثآليل القمح *A. tritici*. وقد وجد أن صنف القمح القاسي "أصفر لمعان" أظهر مقاومة بسيطة، بينما صنف القمح الطري "سخا" أظهر مقاومة عالية، والقمح الشيلمي مقاومة متوسطة (Abu-Gharbieh and Tamimi, 1982). وفي تجربة أخرى، وجد أن صنف القمح الطري Spring wheat "Aus. 10894" والشيلم rye من جنوب استراليا مقاومين للمرض، بينما صنف القمح "Tim-56" و الترتيكيلي "Ningadhu" عالية المقاومة للنيماتودا (Abu-Gharbieh, 1987).

7- 4. التغطيس بالماء الساخن Hot water-seed treatment

يمكن معاملة بذور القمح أو الشعير فيزيائياً، وذلك بتغطيس البذار الملوثة بثآليل النيماتودا في الماء الحار. ويتم ذلك بتغطيس الحبوب تحت درجة الحرارة العادية لمدة لا تقل عن ساعتين بهدف إحياء نشاط يرقات الطور الثاني للنيماتودا. بعد ذلك تغطس البذور في ماء ساخن على درجة حرارة 50°م لمدة 30 دقيقة أو 52°م لمدة 20 دقيقة أو 54°م لمدة 10 دقائق. ولكن قلما يلجأ إلى هذه الطريقة عملياً، وذلك لصعوبة التحكم في درجة الحرارة.

8. الملخص Conclusion

أظهرت الدراسات والبحوث والمسوحات الحقلية في البلدان العربية وجود نيماتودا ثآليل الحبوب *Anguina tritici* في العراق، وسورية، والأردن، والمملكة العربية السعودية. وتتسبب هذه النيماتودا بخسائر اقتصادية مهمة على إنتاج القمح والشعير في كل من العراق وسورية، وخسائر متوسطة على القمح في الأردن، وخفيفة أو معدومة في بلدان أخرى مثل السعودية، ومصر وفلسطين، فيما لم تسجل النيماتودا في السودان واليمن. ولذا فمن الضروري إجراء مسوحات حول انتشار هذه الآفة في البلدان العربية الأخرى، أو ربما خلوها منها. كذلك أكدت نتائج البحوث في كل من سورية والعراق وجود سلالتين لنيماتودا ثآليل الحبوب إحداهما تهاجم القمح والأخرى خاصة بالشعير، ووجد بأن سلالة القمح تصيب أصناف القمح الحساسة دون أصناف الشعير، وبأن سلالة الشعير تصيب أصناف الشعير الحساسة دون أصناف القمح.

ومن الواضح أن انتشار ووجود هذه النيماتودا يترافق مع توفر الظروف الجوية من حرارة ورطوبة تكون ملائمة لنمو وتطور النيماتودا، وبخاصة هطول الأمطار الربيعية المناسبة لاستمرار تغذية وتطور يرقات الطور الثاني إلى أن تدخل مبايض الأزهار وتكوين الثآليل. وعلى ذلك فإن الظروف الجافة لا تتلاءم مع تطور هذه النيماتودا كما هو الحال في عدد من البلدان العربية أو بعضٍ من أقاليمها أو محافظاتها.

ولقد تبين بأن الخسائر الاقتصادية التي تسببها نيماتودا ثآليل القمح تكون أشد حالة تداخلها Interaction مع المسببات المرضية الأخرى مثل البكتيريا المسببة لمرض

اصفرار وتعفن السنابل أو الفطر المسبب لظاهرة التواء أوراق وسنابل القمح في العراق، حيث تلعب يرقات هذه النيماتودا دوراً بارزاً كناقل للجراثيم في إصابة العائل النباتي وزيادة شدة المرض.

وفيما يتعلق بإدارة هذه الآفة ومكافحتها، فمن الضروري إجراء ما يلزم من مسوحات ودراسات لمعرفة مدى انتشارها والعوامل المرافقة، خاصة في البلدان التي لم تجر فيها دراسات حول الموضوع. والجدير بالذكر أن أهم توصية بهدف المكافحة هي الحصول على بذار قمح أو شعير من مصادر معتمدة أومن مناطق تخلو من الإصابة، وذلك لضمان استمرار خلو الحقول من الإصابة. وكذلك اعتماد دورة زراعية مناسبة لمكافحة المسبب المرضي في الحقول الموبوءة.

9. المراجع References

اسطيفان، زهير عزيز، محمد صادق حسن، علي إبراهيم حمادي و باسمة جورج انطون. 2000. سلالة جديدة لنيماتودا ثآليل الحنطة *Anguina tritici* وحساسية بعض أصناف الحنطة لهذه السلالة، مجلة الزراعة العراقية، 5(6): 1- 6.

إسماعيل، محمد فرحان. 1999. دراسات حول نيماتودا ثآليل القمح *Anguina tritici* Steinb في محافظتي حلب والرقة، أطروحة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب. 104 صفحات.

إسماعيل، محمد فرحان، احمد الأحمد و محمد هشام الزينب.2000. مسح حقلي لنيماتودا ثآليل حبوب الحنطة *Anguina tritici* في محافظتي حلب والرقة. مجلة وقاية النبات العربية، 18 (1): 9- 16 .

البلداوي، عبد الستار عبد الحميد، زهير عزيز اسطيفان و علي حسين علوان. 1977. مسح عام لمرض ثآليل الحنطة في العراق. الكتاب السنوي لبحوث وقاية المزروعات، 1: 237- 265 .

البلداوي، عبد الستار عبد الحميد، زهير عزيز اسطيفان، علي حسين علوان و روناك عبد الرحمن الشالي. 1977ب. دراسات حول مرض ثآليل الحنطة في العراق. الكتاب السنوي لبحوث وقاية المزروعات، 1: 268- 281.

البلداوي، عبد الستار عبد الحميد، زهير عزيز اسطيفان علي حسين علوان، باسمة جورج أنطون و عالية قحطان إسماعيل. 1985 . حساسية أصناف من الحنطة لديدان الثآليل وتأثير مستويات اللقاح بأوقات وطرق مختلفة على أحداث الإصابة، مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية، 4(1): 201- 210.

البلداوي، عبد الستار، عفاف جواد، روناك الشالي، عبد القادر درويش، نبيل الطالب، صالح معيوف و عادل حيدر الصافي .1988. دراسة أولية عن العلاقة بين الفطر *Dilophospora alopecuri* ونيماتودا ثآليل القمح *Anguina tritici* في ظاهرة التواء أوراق وسنابل القمح في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 6: 7- 12.

الحازمي، احمد بن سعد. 1992. مقدمة في نيماتولوجيا النبات. مطابع جامعة الملك سعود. جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية. 326 صفحة.

خطيب، فاتح، محمد هشام الزينب و عمر فاروق الملوك. 2000، حصر ظاهرة عقم سنابل الشعير وعلاقتها بنيماتودا ثآليل الشعير *Anguina* spp. في شمال سوريا. مجلة وقاية النبات العربية، 18 (1): 40- 50.

الزينب، محمد هشام و عمر فاروق الملوك. 1997. دراسات حيوية ومورفولوجية حول نيماتودا ثآليل الحبوب من القمح والشعير في سوريا. مجلة وقاية النبات العربية، 15(2): 115- 120.

الزينب، محمد هشام و عمر فاروق الملوك. 2002. دراسة بيولوجية ومورفولوجية لنيماتودا لثآليل الحبوب *Anguina tritici* معزولة من القمح والشعير في سوريا. مجلة وقاية النبات، 18: 20- 23.

الزينب، محمد هشام، عمر فاروق الملوك و فاتح محمود خطيب. 2001. تأثير مستويات مختلفة من اللقاح المعدي لنيماتودا ثآليل حبوب القمح *Anguina tritici* في إنتاجية الشعير. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 23- 26.

سوداح، كليمانص. 1967 . مسح نيماتودا القمح في الأردن. التقرير السنوي. دائرة البحث العلمي. وزارة الزراعة. الأردن.

صالح، حمود مهيدي، فرقد عبد الرحيم عبد الفتاح الراوي و هادي مهدي عبود. 1992 . . دراسة حساسية متغايرات من الحنطة لديدان الثآليل ومرض لفحة السنابل (التندو). كتاب وقائع المؤتمر العلمي الثامن لنقابة المهندسين الزراعيين. تشرين الثاني 16- 18، مركز البحوث الزراعية والبيولوجية، بغداد. 473- 482.

الطائي، علي كريم، نبيل يحيى الطالب، زهير عزيز اسطيفان، صالح معيوف نمر، سعد الدين شمس الدين، منتهى أيوب، باسمة جورج أنطون و وداد حسن. 1993. دراسات حول ديدان ثآليل الشعير *Anguina tritici* في العراق. مجلة إباء للأبحاث الزراعية، 3(2): 202- 216.

الناطور، رشاد. 1963. تقرير عن الأمراض النباتية الشائعة في المملكة العربية السعودية. تقرير صادر عن قسم البحوث والتطوير الزراعي. وزارة الزراعة والمياه، الرياض، السعودية.

اليحيى، فهد. 2002. أمراض النبات النيماتودية في المملكة العربية السعودية. مطابع جامعة الملك سعود. الرياض.

Abu-Gharbieh. W. 1987. Plant parasitic nematodes associated with cereal and forage crops in Jordan. Pp. 160-168. In: M.C. Saxena. R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate and Semi-arid Regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987. 217 pp.

Abu-Gharbieh. W. and S.A. Tamimi. 1982. Reaction of wheat and triticale cultivars to the wheat gall nematode and covered smut in Jordan. Dirasat, Research Journal, University of Jordan, Agricultural Studies, 9: 91-96.

Abu-Thuraya, N. H. 1982. General survey of agricultural pests in Saudi Arabia. Min. Agric. and Water, Riyadh. 240 pp.

Ait Ighil, M. 1981. Contribution a l'etude des relations entre diverses populations du nematode des tiges, *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Fill., et la feve et feverole, Vicia faba

Al-Ahmad, M. 1987. The status of plant parasitic nematodes in cereals and food and forage legumes in Syria. Pp. 193-198. In: M.C. Saxena. R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate and Semi-arid Regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987. 217 pp.

Al-Hazmi, A.S., Z.M. Abul-Hayja and I.Y. Trabulsi. 1983. Plant parasitic nematodes in Al-Kharaj region of Saudi Arabia. Nematologia mediterranea, 11: 209-212.

Al-Rehiayani. S. and A. Farahat. 2002. Survey of plant parasitic nematode genera in Al-Qassim area. Saudi Arabia Nematology, 4: 259-260.

Al-Talib, N.Y., A.K. Al-Taae. S.M. Nimer. Z.A. Stephan and A.S. Al-Beldawi. 1986. New record of *Anguina tritici* on barley from Iraq. International Nematology Network News letter, 3: 25-27.

Bhatti. D.S., R.S. Dahiya and S.C. Dhawan. 1978. New record of tundu and ear-cockle in barley. Nematologica, 24: 331-332.

Christie, J.R. 1959. Plant Nematodes, Their Bionomics and Control. Agric. Expt. Station, University of Florida, Gainesville, 256 pp.

Cobb, N.A. 1932. Namtosis of a grass of the genus Cyandon caused by a nema of the genus *Tylenchus*. Pest. J. Wash. Acad. Soci., 22: 243-245.

Davine, C. 1857. Recherches sur I. *Anguillula* dub le nie lle considere au point de vue de l'histoire naturelle et ed l'agriculture. Comp.. Rend. Soc. Biol. Paris (1856). 2ser. 3: 201-271.

Decker, H., A.M. Yassin and E.M. El-Amin. 1980. Plant Nematology in the Sudan. A review article, Zeitschrift fur Ângewandte Zoologie, 1/80: 1-20.

El-Amin , E.M. and M.R. Siddigi. 1970. Incidence of plant parasitic nematodes the northern Fung area of the Sudan. Plant Protection Bulletin, FAO, 18:102-106.

Evans. K., D.L. Trudgill and J.M. Webster. 1993. Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. CAB International, UK., 648 pp.

Henslow, J.S. 1841. Report on the diseases of wheat. Journal Roy. Agr. Soc., England, 2: 1-25

ICARDA – 135. 1987. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate and Semi-arid Regions. M.C. Saxena. R.A. Sikora and J.P. Srivastava (Eds). Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987.

Johnson. E.C. 1909. Notes on a nematode in wheat. Science, 30: 576.

Luc, M., R. Sikora and J. Bridge (eds.). 1990. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB International. UK., 629 pp.

Maqbool. M.A. 1986. Classification and distribution of plant parasitic nematodes in Pakistan. National Nematological Research Center, University of Karachi, Karatchi-33, Pakistan, 58pp.

Maqbool, M.A. 1987. Present status of research on plant parasitic nematodes in cereals and food and forge legumes in Pakistan. Pp 173-180. In: M.C. Saxena. R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate and Semi-arid Regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987.

Needham, T. 1743. A letter concerning certain chalky tubulous concretions called malm, with some microscopical observations on the farina of the red lily, and of worms discovered in smutty corn. Philos. Trans. Roy. Soc., 42: 173,174, 634-641.

Oteifa, B., 1987. Nematode problems of winter season cereals and food legume crops in the Mediterranean region. Pp. 199-209. In: M.C. Saxena. R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate and Semi-arid Regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987.

Rao, R.S.V.R. 1929. A preliminary list of insect pests of Iraq. Bull. 7, Dept. of Agriculture, Iraq.

Saleh, H.M. and F.A. Fattah. 1989. Reaction of wheat genotype to infection by *Anguina tritici*. Revue De Nematologie, 12: 47-48.

Saxena. M.C, A. Abd E. Moneim, O. Mamluk and S.B. Hanounik. 1987 : A review of Nematology research in ICARDA. Pp. 69-84. In: M.C. Saxena. R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate and Semi-arid Regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987.

Sikora, R.A. 1987. Plant parasitic nematodes of wheat and barley in temperate and temperate semiarid regions. A comparative analyses. Pp 46-68. In: M.C. Saxena. R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate and Semi-arid Regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987.

Stephan. Z.A. 1988. Plant parasitic nematodes on cereals and legumes in Iraq. Pp. 155-159. In: M.C. Saxena. R.A. Sikora and J.P. Srivastava, Eds. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate and Semi-arid Regions. Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, Mar.1-5, 1987, 217 pp.

Stephan, Z.A. and B.G. Antoon, 1990. Biotypes of ear-cockle nematode *Anguina tritici* in Iraq. Current Nematology, 1(2): 85-88.

Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. McGraw-Hill Book Company Inc., 553 pp.

Yassin, A.M., P.A.A. Loof and M. Oostenbrink 1970. Plant parasitic nematodes in the Sudan. Nematologica, 16: 567-571.

الفصل الثالث عشر

نيماتودا السيقان والأبصال والبراعم والأوراق

Stem, Bulb, Bud and Leaf Nematodes
(*Ditylenchus* spp. and *Aphelenchoides* spp.)

خالد محمد خير العسس[1]، زهير عزيز اسطيفان[2] و سميرة سيلامي[3]

(1) كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، دمشق، سورية.
(2) الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة، أبو غريب، بغداد، العراق.
(3) المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية، الحراش، الجزائر.

المحتويات

1. نيماتودا الجنس — *Ditylenchus* spp
1- 1. نيماتودا السيقان والأبصال — *D. dipsaci*
1- 2. نيماتودا تعفن درنات البطاطس/ البطاطا — *D. destructor*
1- 3. نيماتودا سيقان الأرز — *D. angustus*
1- 4. النوع *D. myceliophagus*
1- 5. النوع *D. intermedius*
1- 6. أنواع أخرى Other species
2. نيماتودا الجنس — *Aphelenchoides*
2- 1. النوعان *A. ritzemabosi* و *A. fragariae*
2- 2. نيماتودا القمة البيضاء في الأرز *A. besseyi*
2- 3. النوع *A. graminis*
2- 4. النوع *A. parietinus*
2- 5. النوع *A. subtenuis*
3. النيماتودا المتطفلة على الفطريات — Mycophagous nematodes
3- 1. النوع *Aphelenchus avenae*
3- 2. النوع *Caenorhabditis elegans*
4. المكافحة — Control
5. المراجع — References

1. نيماتودا الجنس *Ditylenchus*

يضم هذا الجنس حوالي 150 نوعاً، القليل منها متطفل إجباري على النباتات، ومعظمها يعيش في التربة ويتغذى على نباتات التربة الدنيئة أو الهيفات الفطرية. وتعد نيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci* من الآفات المهمة اقتصادياً على العديد من المحاصيل في مختلف أنحاء العالم، وقد تناولتها دراسات متعمقة عديدة. أما النوع *D. destructor* فيعرف بنيماتودا تعفن درنات البطاطس (البطاطا)، ويسبب مرض العفن الجاف على درنات البطاطس (البطاطا). أما النوع *D. myceliophagus* فيشكل خطورة كبيرة في مزارع إنتاج الفطر الزراعي. ويتضمن الجنس *Ditylenchus* أيضاً نوعين آخرين لهما بعض الأهمية الاقتصادية؛ إذ يسبب النوع *D. radicicola* عقداً على جذور الشعير والشيلم والشوفان والقبا الحولي *Poa annual* وأعشاب أخرى، ويكثر انتشاره في السويد والنرويج. ويعرف النوع *D. angustus* بنيماتودا سيقان الأرز، ويسبب مرضاً خطيراً يدعى «Ufra disease» الواسع الانتشار في مناطق زراعة الأرز في قارة آسيا.

1 -1. نيماتودا السيقان والأبصال

Stem and bulb nemtodes (*Ditylenchus dipsaci*)

يعد هذا النوع من أهم الأنواع المرضة للنباتات التابعة للجنس *Ditylenchus*، وأكثرها شيوعاً وانتشاراً في العديد من أنحاء العالم، وخاصة في المناطق المعتدلة ذات المناخ البارد والرطوبة المرتفعة. وتسبب هذه النيماتودا خسائر اقتصادية كبيرة لكثير من المحاصيل الزراعية المهمة، فهي ذات مدى عوائلي واسع يتجاوز 450 عائلاً نباتياً (Hooper, 1972). وتمثل نباتات الزينة والأبصال كالزنبق Lily، والنرجس Narcissus، والتيوليب Tulip، والجلاديولس Gladiolas، وبعض النباتات المزهرة كالأقحوان (الغريب) Chrysanthemum، والهياسنت Hyacinth، وكذلك فطر المشروم Mushroom عوائل هامة

لهذه النيماتودا، إضافة إلى مجموعة أخرى من النباتات الاقتصادية الهامة التي تنمو في المناطق المعتدلة وشبه الاستوائية .

وبالرغم من الانتشار العالمي للنوع *D. dipsaci*، فقد كان أول تسجيل له في الأقطار العربية في الجزائر بواسطة Debray and Maupas (1896)، ثم سجل بعد ذلك في عدة دول عربية كالأردن، ومصر، والسعودية، وسوريا، والعراق، والمغرب (Hashim, 1983؛ Mamluk *et al.*, 1984؛ Yousef and Jacob, 1994 ؛ Sellami, 1997؛ أبو غربية والعزة، 2004). ويسبب هذا النوع أضراراً اقتصادية كبيرة لمحصول الفول في كل من: وادي شعيب وغور الأردن (Abu-Gharbieh, 1987)، والمناطق الساحلية والمطرية الكثيفة في سوريا (Hanounik and Sikora, 1981).

1- 1- 1. الوصف المورفولوجي Morphology

يبلغ قطر جسم الأنثى حوالي 30 ميكروناً، ويتراوح طولها بين 6,0 و 1,5 مم. والجسم ذو تخطيط عرضي ناعم، والجنسان منفصلان، وغالباً ما يبدوان متشابهين. إن الهيكل الرأسي للنيماتودا منخفض ومسطح، والرمح قصير أقل من 15 ميكروناً. أما تدعيم الهيكل الرأسي بالسكليروتين فضعيف، والغدد المريئية ذات شكل كمثري، وتشكل بصلة قاعدية واضحة ومتميزة لا تتراكب، أو تتراكب أحياناً بشكل خفيف فوق مقدمة الأمعاء. توجد الفتحة التناسلية الأنثوية في الربع الخلفي من الجسم، وللأنثى مبيض واحد يمتد إلى الأمام وقد يصل إلى غدد المري. وتترتب البويضات الأولية في صف واحد، وللمبيض كيس رحمي خلفي يمتد إلى نصف المسافة بين الفتحة التناسلية الأنثوية وفتحة الشرج. يوجد أربعة خطوط جانبية في الحقل الجانبي، ويوجد عند الذكور كيس سفاد (برسا) طويل، ولكنه لا يصل إلى نهاية الذيل. يستدق الذيل في نهايته في كل من الذكور والإناث، ونسبة الطول/العرض (a) حوالي 40 (Hooper, 1972؛ Hooper and Southey, 1982).

1- 1- 2. المدى العوائلي Host range

سُجّلت هذه النيماتودا على البصل والحمص والبازلاء والفول في السعودية (Al-Hazmi *et al.* 1995)، وعلى البصل في كل من: الأردن (Yousef and Jacob, 1994)، والجزائر (Sellami *et al.*, 1998)، والمغرب (Abbad-Andaloussi and Bachikhi, 2001). كما سجلت على الفول في كل من: سورية (Lamberti, 1984؛ Hanounik *et al.*, 1986؛ Al-Hamed, 1987)، والجزائر (Sellami et Bousnina, 1996)، والمغرب (Schreiber, 1978؛ Ammati, 1987؛ Abbad-Andaloussi *et al.*, 1996)، وعلى العدس والحمص في كل من: الجزائر (Sellami *et al.*,1998)، وسورية (Greco and Di Vito, 1987؛ Al-Abbar, 2005)، والحمص والبازلاء والفول في المغرب (Abbad-Andaloussi and Bachikhi, 1997). والفاصوليا والنخيل والبطاطس (البطاطا) والطماطم والباذنجان والبطيخ الأصفر في السعودية (Yassin, 1987؛ Al-Hazmi *et al.*, 1995؛ Al-Yahya, 1999)، والقرنفل (Al-Assas, 2004)، والطماطم (Al-Assas and Jamal, 2004) في سورية.

وتعد البقوليات العلفية مثل: الفصة (البرسيم الحجازي) Alfalfa، والبرسيم Clover عوائل نباتية أقل أهمية لنيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci*، كما سجلت النيماتودا أيضاً على الجلبان Chickling والبيقة Vetch في الجزائر، وعلى البرسيم الحجازي في السعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1983)، والبرسيم في العراق (Stephan, 1989). أما العوائل من العائلة النجيلية Poaceae فقد شملت: الذرة في الجزائر (Sellami *et al.*, 1998)، وكلاً من: الشوفان *Avena sterilis* والشعير البري *Hordeum maurinum*، والقمح *Triticum aestivum*، والوليم *Lolium rigidum* في المغرب (Abbad-Andaloussi and Bachikhi, 2001)، والقمح والشعير في السعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1995).

كما سجلت هذه النيماتودا أيضاً على بعض أشجار الفاكهة مثل: التفاح في الأردن (Yousef and Jacob, 1994)، والموز والعنب في مصر (إبراهيم، 2002)، و الخوخ

والزيتون ونخيل البلح في السعودية (Yassin, 1987؛ Al-Hazmi *et al.*, 1995؛ Al-Yahya, 1999).

وبخلاف النباتات الاقتصادية، فقد سجلت نيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci* أيضاً على بعض النباتات الزهرية المتطفلة على النباتات الراقية مثل الهالوك *Orobanche crenata* في كل من: الجزائر (Sellami *et al.*, 1998)، والمغرب (Abbad-Andaloussi and Bachikhi, 2001). كما سجلت كذلك على بعض نباتات الحشائش مثل: الرمرام *Chenopodium* sp.، و*Beta maritima*، والشيكوريا *Cichorium intybus* في الجزائر (Sellami *et al.*, 1998).

1- 1- 3. السلالات Races

تم تعريف أكثر من 30 سلالة فسيولوجية Physiological races لنيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci* تختلف فيما بينها من حيث مداها العوائلي. وعادة تسمى السلالة باسم العائل الرئيس أو الوحيد لها، وتقع هذه السلالات ضمن ثلاث مجموعات رئيسة هي:

أ- سلالات حقلية ذات مدى عوائلي واسع مثل سلالة الشوفان/البصل (Hooper, 1972).

ب- سلالات ذات مدى عوائلي ضيق مثل سلالة البرسيم الأحمر (Courtney, 1962)، والسلالة العملاقة (Hooper, 1984).

ج- سلالات ذات مدى عوائلي متوسط مثل سلالة الجزر X (Goodey and Brown, 1956).

تتهجن سلالات المجموعة الأولى فيما بينها بحرية، بينما يتم التهجين فيما بين سلالات المجموعة الثانية بدرجة أقل من ذلك، ويحدث التزاوج فيما بينها بالرغم من الاختلافات لأنها تنتمي لنفس النوع الواحد من النيماتودا. وتُعد عملية التمييز بين السلالات المختلفة باستخدام الأصناف التفريقية، وحتى باستخدام تقنيات البيولوجيا الجزيئية، عملية صعبة التحقيق وغير دقيقة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن بعض الدراسات تشير إلى اختلافات

في المدى العوائلي لنفس السلالة بين العزلات المختلفة منها (Sturhan, 1969؛ Eriksson, 1974). ومن جهة أخرى، أشار Hesling (1966) إلى اختلاف السلالة الواحدة للنوع *D. dipsaci* في معدل تكاثرها على الأصناف المختلفة للعائل الواحد المفضل. وهذا ما توصل إليه Viglierchio (1971) أيضاً عند اختبار عشيرة معزولة من الثوم في عدوى أنواع مختلفة من البرسيم، حيث أظهرت النتائج تكاثرها بشكل ممتاز على البرسيم الحجازي، وبصورة متوسطة على كل من: البرسيم الأحمر، والبرسيم الأبيض.

وفي دراسة جزائرية تحت الظروف المخبرية، تم تحديد سلالتين من نيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci* تصيبان نبات الفول، حيث وجدت السلالة الأولى العملاقة (طول الطور اليرقي الرابع 1,5- 1,7 مم) في 83٪ من العينات المدروسة، في حين وجدت السلالة الثانية وهي سلالة الشوفان (طول الطور اليرقي الرابع 1,2 - 1,4 مم) في 17٪ من العينات. وأظهرت نتائج هذه الدراسة وجود علاقة بين نسبة تواجد السلالة في العينات وبين الأعراض في الحقول التي تم مسحها. وبناءً على ذلك، يمكن تحديد السلالة اعتماداً على الأعراض وشدة المرض (Sellami, 1997). فعندما تتميز الأعراض بوجود تقرحات وانتفاخات شديدة في الأنسجة النباتية، بالإضافة إلى تشوه في نباتات الفول، فهذا مؤشر لوجود السلالة الأولى العملاقة، وقد تمت الإشارة إلى ذلك لأول مرة بواسطة Debray وMaupas (1896). ويمكن التمييز حالياً بين السلالة العملاقة، وسلالة الشوفان/البصل بالاعتماد على رقم الكروموسومات؛ حيث 2n= 48 في السلالة العملاقة، و24 في سلالة الشوفان/البصل، كما يمكن التفريق بين السلالتين باستخدام تقنيات البيولوجيا الجزيئية. وتُعد السلالة العملاقة الأكثر انتشاراً وشراسةً في دول البحر الأبيض المتوسط، في حين أن سلالة الشوفان/البصل هي السائدة في أوروبا (Caubel and Leguen, 1983).

1- 1- 4. الأعراض Symptoms

تتكون معظم مظاهر الإصابة نتيجة لإذابة الصفيحة الوسطى في جدر خلايا النسيج المصاب، حيث تنفصل الخلايا المتجاورة في النسيج عن بعضها مكونة تجاويف، ينتج عنها هشاشة وجفاف في أنسجة العائل. ويحدث ذلك نتيجة لتأثير إفرازات النيماتودا

التي تحتوي على إنزيمين من البكتينيز Pectinases (Dropkin, 1980). ويُعد انفصال الخلايا في أنسجة العائل المصاب من الأعراض الرئيسة والأساسية للإصابة بهذه النيماتودا (Seinhorst, 1956). أمّا الأعراض الثانوية الأخرى كالتعفن والموت الموضعي فإنها تتكشف تبعاً للظروف، وقد تكون مشابهة لأعراض بعض المسببات المرضية الأخرى. وتختلف أعراض الإصابة بتلك النيماتودا عموماً بحسب العوائل النباتية، ومكان الإصابة في أنسجة السيقان والأوراق والأبصال.

وتتميز هذه النيماتودا بانخفاض مستوى كثافة الحد الحرج للضرر Damage threshold level، فمثلاً لحدوث أضرار حادة على البصل، يكفي وجود أعداد قليلة منها (10 أفراد/500 سم^3 تربة) ليمنع ذلك ظهور نسبة كبيرة من البادرات. أمّا عندما تصل الكثافة العددية إلى 25 فرداً/500 سم^3، فإنه يندر وجود نباتات سليمة أو خالية من الإصابة. ويسبب هذا النوع أضراراً اقتصادية كبيرة لنباتات الفراولة (الشليك) نتيجة لسرعة تكاثرها وزيادة كثافتها العددية (Metlitski and Kholod, 1987).

تبدي الأبصال المصابة بنيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci* تقزماً وانتفاخاً واضحاً على السيقان في غضون ثلاثة أسابيع. ويمكن أن تظهر بعض الانتفاخات Spikkles، والتقرحات على الأوراق، وتصبح الأوراق ملتوية ومترهلة وضعيفة لدرجة لا تستطيع معها الحفاظ على نموها القائم، فتسقط على الأرض وتموت نهاياتها تدريجياً باتجاه أسفل النبات، ويصبح ساق البصلة وعنقها رخواً. وعندما تصل الإصابة إلى الأوراق الحرشفية المفردة تصبح هشة وطرية، وذات لون رمادي شاحب. وفي المقاطع العرضية تظهر الأوراق الحرشفية المصابة كحلقات متلونة غير متساوية (شكل 1)، أما المقاطع الطولية في الأبصال المصابة فتبدو بشكل خطوط متلونة غير متساوية. كما قد تتشقق الأبصال المصابة وتتشوه أو تكوّن نموّات جديدة وأبصال مزدوجة أو ثلاثية الشكل (شكل 1).

وقد تتفكك الأوراق الحرشفية الخارجية وتنفصل بمجرد الضغط الخفيف على البصلة بإبهام اليد، فيتكشف النسيج الأبيض الرخو الذي يشبه أعراض الصقيع من حيث المظهر. وفي الجو الجاف تكون الأبصال جافة، عديمة الرائحة. أما في الظروف الرطبة فيظهر

العفن الطري الذي يتطور من كائنات ثانوية أخرى ويعطي رائحة كريهة مميزة. وفي بعض الأحيان، تظهر الأبصال وكأنها سليمة من الخارج، ولكنها تستمر في التحلل داخلياً أثناء التخزين.

أما على الفول، فتظهر الأعراض بشكل تضخم في السيقان الفتية، وتشوه في الأوراق. ومع النضج تتلون المناطق المتورمة باللون البني أو الأسود. وتؤدي إصابة القرون إلى إصابة البذور فتتشقق أغلفتها، وتفقد لونها الطبيعي، وتتلوث بالنيماتودا (شكل 2).



(ج) (ب) (أ)

(تصوير: C.W. Laughlin و M.A.McClure)

شكل **1**. أعراض الإصابة بنيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus dipsaci* على الأبصال:

أ– مقطع طولي في البصلة يظهر الأوراق الحرشفية المصابة بشكل خطوط متلونة غير متساوية.

ب– تشقق الأبصال المصابة وتكون أبصال مزدوجة أو ثلاثية.

ج– أعراض الإصابة على الثوم.



(ب)

(أ)

شكل **2**. أعراض الإصابة بنيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus dipsaci* على الفول:

أ- تضخم السيقان وتشوه الأوراق.

ب- مقارنة بين حبوب فول مصابة بالنيماتودا إلى اليمين وأخرى سليمة إلى اليسار.

(تصوير: سميرة سيلامي)

وتُعد بذور الفول الملوثة بالنيماتودا مصدراً للعدوى، مما يساعد على انتشار الآفة بشكل واسع في ظل غياب أنظمة الحجر الزراعي التي تحد من ذلك. كما أظهرت نتائج التحليل المخبرية للمواصفات الفيزيوكيميائية والحيوية لبذور الفول المصابة إلى انخفاض محتواها من البروتين الكلّي Total proteins، والعناصر الغذائية وخاصة البوتاسيوم (Sellami, unpublished).

وتظهر حقول الفصة (البرسيم الحجازي) الملوثة بأعداد كبيرة من هذه النيماتودا باللون الأبيض، كما لو أن النباتات قد جفت. كما تبدو النباتات المصابة متقزمة ومشوهة، وتظهر على أوراقها مظاهر العقد والالتفافات والتجعد. وينجم ذلك عن التوزيع غير المنتظم لمنظمات النمو في الأوراق المصابة نتيجة لإصابة القمم النامية فيها (شكل 3).



شكل **3**. أعراض إصابة الفصة (البرسيم الحجازي) بنيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus dipsaci* (النباتات المصابة إلى اليمين والسليمة إلى اليسار).
(SON slide collection)

تتميز أعراض الإصابة بنيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci* على الذرة بتوقف جذور النباتات المصابة عن التطور، كما تتشوه قاعدة الساق، ويسقط النبات مبكراً Early toppling، إذ يبلغ الضرر حداً تفقد الجذور فيه قدرتها على تثبيت النباتات قبل وصولها إلى مرحلة النضج. وتؤدي إصابة الشوفان إلى انتفاخ الأوراق القاعدية معطية مظهراً يسمى بالجذر التوليبي Tulip-root.

1- 1- 5. دورة الحياة Life cycle

يُعرف النوع *D. dipsaci* بكونه ثنائي الجنس، وله دورة حياة بسيطة تمر من خلال أربعة أطوار يرقية بين البيضة والأطوار الكاملة. والطور اليرقي الرابع هو الطور المعدي الذي يتمكن أيضاً من مقاومة الظروف غير الملائمة كظروف التجمد والجفاف الشديد ونقص الغذاء، حيث يمكنه الاحتماء لفترات طويلة داخل الأنسجة النباتية

للسيقان والأوراق والأبصال والبذور المصابة، أو حتى في التربة. وفي الظروف المناسبة من الرطوبة ودرجات الحرارة الملائمة، يستعيد هذا الطور حيويته (Perry, 1977a, b)، ويهاجم البذور المنبتة، أو البادرات الحديثة، حيث يخترق الجذور بالقرب من القمة النامية، ويتغذى على الخلايا البرانشيمية للقشرة. تفقد الخلايا القريبة من رؤوس النيماتودا كل أو جزءاً منها، بينما تنقسم الخلايا المحيطة بها ويكبر حجمها قليلاً. وقد تصبح البادرات مشوهة، وغالباً ما يعقب تشقق البشرة دخول ممرضات ثانوية أخرى مثل: البكتيريا والفطريات. وتستطيع النيماتودا أن ترتفع إلى الأعلى مع النباتات النامية وتهاجم الأوراق عن طريق الثغور، أو تخترق خلايا البشرة في قواعد الأوراق مباشرة، مما ينتج عنه تضخم الخلايا، واختفاء اليخضور (الكلوروفيل)، وزيادة المسافات البينية في النسيج البرانشيمي. وبعد دخول النيماتودا، تنسلخ اليرقات حتى تبلغ مرحلة النضج، وتتكاثر جنسياً غالباً، وتضع كل أنثى حوالي 200- 500 بيضة داخل الأنسجة المصابة.

يتم الانسلاخ الأول داخل البيضة ويخرج الطور اليرقي الثاني، ويحدث الانسلاخ الثاني والثالث سريعاً ويتكون الطور اليرقي الرابع (المعدي) الذي ينتقل مع نمو الأبصال من الأوراق إلى الأسفل عن طريق الأغلفة الخارجية للساق أو الرقبة حيث يصيب الأوراق الحرشفية للأبصال. وتستمر النيماتودا باختراق الأوراق الحرشفية للأبصال بينياً عن طريق تحطيم النسيج البرانشيمي، وفي المراحل المتأخرة من الإصابة، يخرج الطور اليرقي الرابع ويتزاحم أحياناً حول الصفائح القاعدية للأبصال الجافة، ويلتصق بشكل كتل صوفية بيضاء رمادية تدعى Eelworm wool يمكنها البقاء حية عدة سنوات لدخولها في طور سكون تام، ويتحول التمثيل الغذائي فيها إلى مستوى ضعيف جداً (Fielding, 1951).

تستغرق دورة الحياة (شكل 4) كاملة من البيضة إلى البيضة حوالي 19- 23 يوماً عند درجة الحرارة 15 °م على نبات البصل، وتستطيع الأنثى أن تضع 500 بيضة فردياً في التربة (Yuksel, 1960). ويستمر تكاثر النيماتودا لتعطي جيلاً بعد جيل على مدار السنة، طالما توفرت الظروف المناسبة والعائل المناسب. ويتوقف التكاثر عند درجات

الحرارة المنخفضة، داخل أنسجة النبات لمدة 23 سنة (Fielding, 1951). ويتميز هذا النوع من النيماتودا بقدرته على التكاثر تحت ظروف المختبر، ويمكنه البقاء حياً لمدة عشر سنوات للأغراض البحثية.



شكل4. دورة حياة نيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus dipsaci* على نبات البصل. (Agrios, 2005)

وتهاجر النيماتودا إلى التربة فقط عندما تصبح ظروف الحياة في الأنسجة النباتية غير ملائمة، وقد وُجد بأنه من الممكن المحافظة على حيوية هذا النوع من النيماتودا في الظروف الجافة داخل أنسجة النبات لمدة 23 سنة (Fielding, 1951). ويتميز هذا النوع من النيماتودا بقدرته على التكاثر تحت ظروف المختبر، ويمكنه البقاء حياً لمدة عشر سنوات للأغراض البحثية.

1- 1- 6. الانتشار في الوطن العربي

ويُشير الحصر المشترك للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ICARDA ومركز البحوث الزراعية في سورية خلال الفترة 1982 إلى 1986 إلى الانتشار الواسع لهذه النيماتودا في سورية، وإلى ارتفاع نسبة الإصابة والضرر في المنطقة الساحلية والمناطق ذات المعدلات المرتفعة للهطول المطري (Hanounik and Sikora, 1981). كما تبين نتائج المسح الحقلي للحقول المنتجة للفول في الجزائر إلى وجود النيماتودا في جميع المناطق التي تم مسحها تقريباً، وتراوحت نسبة الإصابة في النباتات بين 12 و 80٪ (Sellami, 1997). ويُحدد مدى انتشار هذه النيماتودا العديد من العوامل مثل: الظروف المناخية، والزراعة بدون دورة زراعية، وحساسية الأصناف للإصابة، والكثافة الابتدائية للنيماتودا، وكذلك توفر العوائل البديلة وخاصة عند انتشار السلالة العادية التي لها مجال عوائلي واسع، وأخيرا البذور الملوثة وهي المصدر الأول للعدوى والانتشار (Sellami, 1997).

1- 1- 7. العلاقة مع المسببات المرضية الأخرى Interaction with other pathogens

تزداد حدة الذبول البكتيري الذي تسببه البكتيريا *Corynebacterium insidiousm* لبعض أنواع الفصة (البرسيم الحجازي) في وجود الإصابة بالنيماتودا *D. dipsaci*. ولقد وُجد أيضاً تفاعل بين هذه النيماتودا والبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* على نباتات الثوم في الظروف الرطبة. ويقترح الباحثون بأن النيماتودا تعمل على نقل البكتيريا إلى داخل الأنسجة البرانشيمية للنبات وإضعاف مقاومته. أما من ناحية العلاقة مع الفطريات فقد وجدت علاقة طردية بين كثافة نيماتودا السيقان والأبصال ودرجة إصابة البطاطس (البطاطا) بالفطر *Phoma solanicola*، كما لوحظ تزايد شدة مرض الذبول الفيرتسيليومي الذي يسببه الفطر *Verticillium alboartrum* على نباتات البرسيم الحجازي صنف Vernal (Vrain, 1987). كما تزداد شدة الضرر على البصل المصاب بكل من: النيماتودا *D. dipsaci* والفطر *Botrytis allii* في وجود كلا المسببين المرضين معاً.

1- 2. نيماتودا تعفن درنات البطاطس (البطاطا)

Potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*)

يُهاجم هذا النوع من النيماتودا أبصال، وكورمات، ودرنات بعض المحاصيل الزراعية ، ويتميز بمدى عوائلي واسع، يشمل المحاصيل والأعشاب التي تكون ريزومات أو درنات أو أعضاء تكاثرية تحت سطح التربة، وكذلك بعض أنواع الفطريات الهامة اقتصاديا مثل المشروم (Seinhorst and Bels, 1951)، كما سُجل أيضاً على جذور العنب في وسط وجنوب العراق (Stephan *et al*., 1985). وهو نوع عالمي الانتشار بصفة عامة، وتحت مختلف الظروف المناخية. وتتجلى أهميته القصوى في كونه من أخطر آفات البطاطس (البطاطا)، حيث يسبب مرض العفن الجاف في درنات البطاطس Potato dry rot disease في شمالي أمريكا وفي الحدود الغربية والجنوبية للاتحاد السوفيتي سابقاً. كما تُعد هذه النيماتودا من المشاكل الخطيرة في أيرلندا، بينما ينخفض ضررها في جنوبي الولايات المتحدة الأمريكية لنجاح استخدام مدخنات التربة هناك. ولكن لم يتم تعريف أي سلالات مميزة ضمن هذا النوع حتى الآن.

1- 2- 1. الوصف المورفولوجي Mprphology

تتشابه أطوار نيماتودا تعفن درنات البطاطس *D. destructor* مع مثيلتها في نيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci*، إلا أن أجسامها أكثر سمكاً، والبصلة القاعدية للمريء تتراكب فوق مقدمة الأمعاء بشكل أكبر ، وعدد الحقول الجانبية ستة حقول، والذيل أقصر طولاً وأكثر استدارة. ويمتد الكيس الرحمي الخلفي إلى مسافة تزيد عن $^{2}/_{3}$ المسافة ما بين فتحة الشرج والفتحة التناسلية الأنثوية.

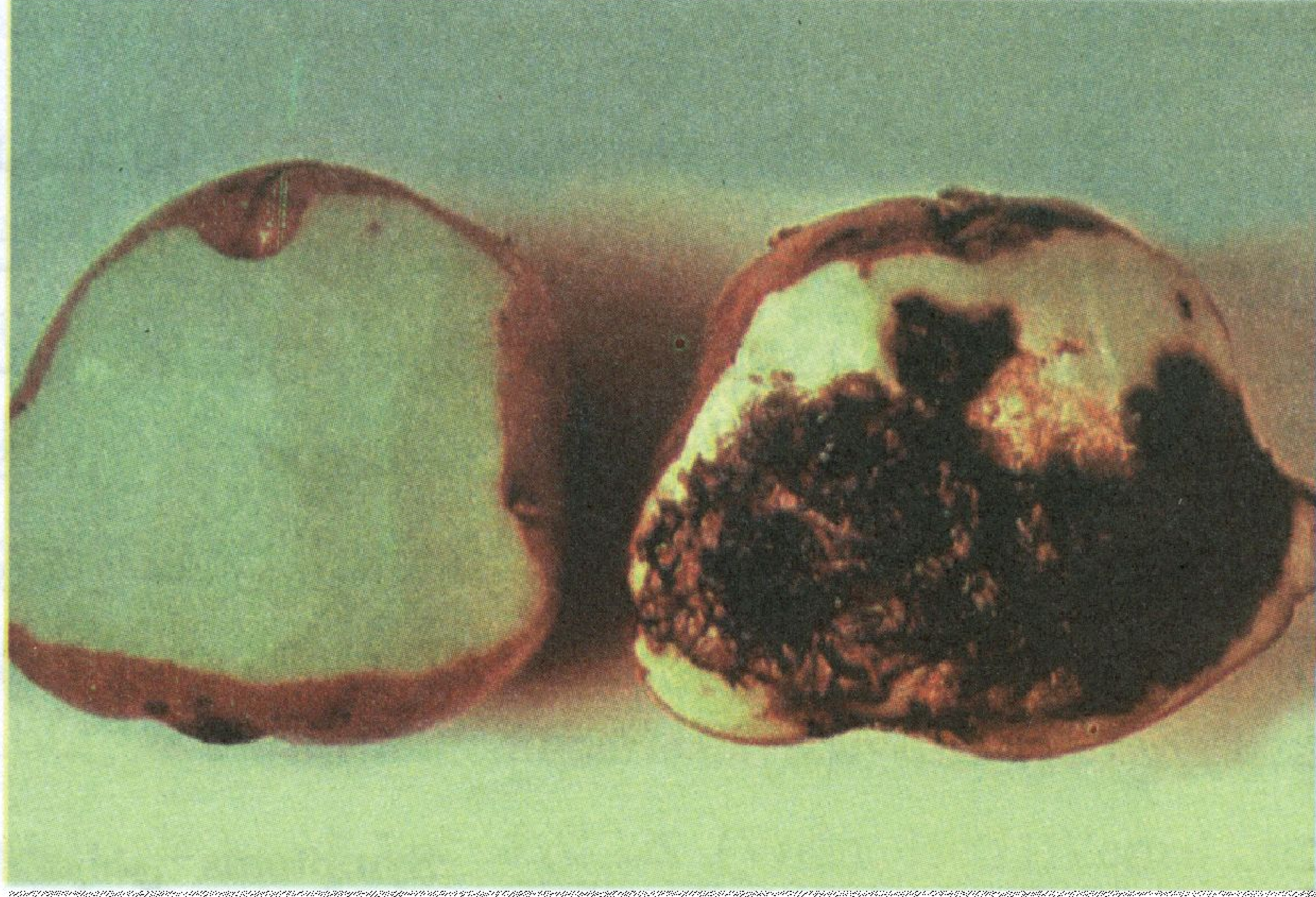
1- 2- 2. الأعراض Symptoms

لا تشاهد أية أعراض ظاهرية على المجموع الخضري نتيجة للإصابة بهذه النيماتودا، ولكن ينتج عن دخول النيماتودا للدرنات عن طريق العيون والعديسات وتغذيتها على أنسجة تلك الدرنات ظهور أعراض على شكل بقع لامعة تميل إلى البياض في قشرة الدرنة والتي يمكن

مشاهدتها عند تقشير الدرنة. وبازدياد أعداد البقع الناتجة عن العدوى وكبرها في الحجم تلتحم مكونةً بقعاً كبيرة يتدرج لونها من الرمادي إلى البني الغامق.

وتتواجد النيماتودا بأعداد كبيرة وفي جميع أطوارها بالقرب من حافة التقرح التي تفصل بين الأنسجة السليمة والمصابة في الدرنة. وقد تأخذ البقع اللون الأسود، وذلك نتيجة للإصابة الثانوية بالفطريات والبكتيريا أو النيماتودا الرمية. وللنيماتودا القدرة على التطفل على الدرنات النامية والمخزونة تحت مختلف الظروف. وعندما تزداد شدة المرض نلاحظ جفافاً وانكماشاً وتشققاً في قشرة الدرنات المصابة. وبخلاف البقع السطحية التي تنتشر على سطح درنات البطاطس وتسببها إحدى سلالات نيماتودا النوع *D. dipsaci* فإن الإصابة بالنوع *D. destructor* لا تمتد إلى داخل الدرنة (شكل 5).

ومن الصعب ملاحظة أعراض الإصابة المبكرة لنيماتودا النوع *D. destructor* على أبصال نباتات الزينة، لهذا يجب فحص هذه الأبصال وفصل أوراق البصيلات بدقة لملاحظة أعراض الإصابة بوجود خطوط وبقع رمادية تمتد إلى الأعلى من قاعدة البصلة إلى الجزء الخلفي للأوراق اللحمية.



شكل 5. درنة بطاطس مصابة بنيماتودا تعفن درنات البطاطس *Ditylenchus destructor* (إلى اليمين)، وأخرى سليمة (إلى اليسار)
(SON, Slide Collection)

1- 2- 3. دورة الحياة Life cycle

تتشابه دورة الحياة كثيراً مع دورة حياة النوع *D. dipsaci*، لكن ليس للنوع *D. destructor* القدرة على العيش في الظروف الجافة إلا لفترة قصيرة من الزمن (Hooper, 1973). وتوجد جميع أطوار نيماتودا تعفن درنات البطاطس *D. destructor* في أنسجة العائل أو التربة المحيطة بها وتتغذى على السيقان الأرضية، ولايقاوم الطور اليرقي الرابع (طور السكون) الظروف غير المناسبة مثل الجفاف والتجمد لمدة طويلة في بقايا النباتات أو في التربة، وبعد دخوله لأنسجة العائل النباتي ينسلخ ويصل إلى طور البلوغ إناثاً أو ذكوراً. وفي غياب العائل يتغذى على هيفات بعض الفطريات.

يحدث انتشار المرض من خلال الدرنات المصابة الموجودة في التربة، وقد يحدث في بعض الحالات أن يكون طور السكون هو البيض. ولقد وُجد أن النيماتودا تقضي فترة الشتاء في الدرنات المصابة في التربة أو المخازن.

1- 2- 4. التفاعل مع المسببات المرضية الأخرى

وتحدث الإصابة بنيماتودا تعفن درنات البطاطس *D. destructor* تقرحات في الدرنات، مما يعرضها لهجوم الفطريات والبكتيريا والكائنات الأخرى، وبالتالي تزداد حدة المرض. وبالإضافة إلى ذلك، فإن النيماتودا تتغذى على الفطريات كما تتغذى على الأنسجة النباتية، ولذلك فإن هذا التداخل يؤدي لظهور أمراض مشتركة تختلف عن الأمراض التي يسببها كل كائن على حدة.

1- 3. نيماتودا سيقان الأرز Rice stem nematode (*Ditylenchus angustus*)

يُعد هذا النوع من النيماتودا محدود الانتشار، ويتطفل خارجياً على المجموع الخضري لنباتات الأرز مسبباً مرضاً يدعى مرض أوفرا Ufra disease في كل من: بنجلاديش، وتايلاند، والهند، والباكستان. ولم يُسجل هذا المرض في دول العالم العربية سوى في مصر والسودان على الأرز (Yassin, 1987؛ إبراهيم، 2002). ومن أهم أعراض هذا المرض: تقزم النباتات، وتشوه الأوراق واصفرارها الناتج عن التطفل الخارجي لهذه

الآفة. وفي الحالات المتقدمة من الإصابة تبقى النورات الزهرية مغمورة في أغماد الأوراق، أو تتشوه وينخفض إنتاجها من الحبوب. وتكافح هذه النيماتودا بحرق البقايا النباتية وحراثة التربة في الفترات الجافة. ولا تُعد المكافحة الكيميائية اقتصاديةً بسبب ارتفاع كلفتها، على الرغم من كفاءتها المتميزة.

1- 4. النوع *Ditylenchus myceliophagus*

يُعتبر فطر المشروم *Agaricus bisporus* من أهم المنتجات الزراعية ذات القيمة الاقتصادية العالية في كثير من دول العالم. ويتعرض هذا الفطر للإصابة بعدة مسببات مرضية ومن ضمنها النيماتودا كالأنواع *D. myceliophagus*، و *Aphelenchoides composticola*، التي تعد من أهم أنواع النيماتودا التي تسبب أضراراً اقتصادية كبيرة لقدرتها الكبيرة في تحطيم الغزل الفطري لفطر المشروم، علماً أن أول تسجيل للنيماتودا *D. myceliophagus* متطفلاً على فطر المشروم كان بواسطة Lamberti وآخرون (1949). وبعدها استوطن هذا النوع في معظم مناطق زراعة المشروم في العالم (Hesling, 1974)، كما سُجل على محصولي الحمص والفول السوداني في السودان (Yassin, 1987).

يتميز هذا النوع من النيماتودا بقدرته الكبيرة في التطفل والتكاثر على مدى واسع من الفطريات الموجودة ضمن المواد المخمرة وذات الصلة بفطر المشروم (Choleva, 1973)، وتضع الأنثى حوالي 500 بيضة. وتتميز جميع الأطوار اليرقية لهذه النيماتودا بقدرتها العالية على تحمل ومقاومة الظروف الجافة، لكن الإناث النامية في الظروف الطبيعية تكون ذات قدرة أفضل على التكاثر من الإناث اللائي تعرضن إلى فترات الجفاف (Cayrol, 1970). وعندما تتعرض هذه النيماتودا إلى الجفاف فإنها تتكتل بشكل كتل كثيفة ضمن المواد المخمرة لفطر المشروم، ولقد وُجد أن أعدادها قد تصل إلى أعداد كبيرة جداً، وفي حال توفر الرطوبة الكافية ودرجة الحرارة الملائمة، تبدأ النيماتودا بالحركة وتلويث المحيط الذي تتواجد فيه ومهاجمة فطر المشروم، مما يؤدي إلى انخفاض إنتاجيته أو انعدامها كلياً (Hesling, 1974). ولقد وُجد أن إضافة 20، أو 100، أو 300 يرقة من هذه النيماتودا إلى

100 غ من مزيج الوسط الغذائي لفطر المشروم، ينخفض محصول فطر المشروم بنسبة 50، و68، و75٪، على الترتيب (Arrold and Blake, 1968).

إن مكافحة النيماتودا *D. myceliophagus* في مزارع فطر المشروم تبدو غير عملية وغير قابلة للتطبيق، إذ أنها ستؤدي إلى تخريب المحصول، ولكن تعقيم الكومبوست على درجة حرارة 60 ْم واستخدام مبيدات نيماتودية معينة مثل Thionazin ربما يعطي فعالية جيدة. والأهم من كل شيء فإن العناية بالنظافة ومكافحة الحشرات الناقلة للنيماتودا هو من أساسيات الإنتاج الناجح لفطر المشروم.

1- 5. النوع *Ditylenchus intermedius*

يعد هذا النوع من النيماتودا من الأنواع المهمة أيضاً التي تصيب فطر المشروم وخصوصاً في أوروبا (Paesler, 1957؛ Kermarrec, 1973)، كما أنه قد سُجل كذلك على جذور نباتات الخس والسبانخ في العراق (Katcho and Allow, 1969).

1- 6. أنواع أخرى Other species

سُجل الجنس *Ditylenchus* spp. في بعض البلدان العربية، ولكن دون تعريف النوع (أبوغربية والعزة، 2004)، فلقد سُجل هذا الجنس على نباتات: الثوم، والطماطم، والبرسيم، والشعير، والعدس، والبازلاء، والذرة، ونخيل التمر، والقمح، والبطاطس (البطاطا) في السعودية (Al-Hazmi *et al.*, 1995؛ Al-Yahya, 1999)، وعلى نباتات: الفول السوداني، والأرز، ونخيل التمر، والبطاطس (البطاطا) في مصر (Ibrahim *et al.*, 2000؛ إبراهيم، 2002)، وعلى نباتات: الزيتون، والباذنجان في الأردن (Mamluk *et al.*, 1984؛ Hashim, 1983)، وعلى نباتات: القمح، والفاصوليا، والفول السوداني في السودان (Yassin, 1987) (جدول 1).

2. نيماتودا البراعم والأوراق

Bud and leaf nematodes (*Aphelenchoides* spp.)

سُجّل النوع *A. fragariae* Ritzema-Bos, 1891 ويدعى نيماتودا التقزم الربيعي على كل من؛ الفريز و البيجونيا Begonia . وتم تعريف النوع *A. ritzemabosi* على نباتات النرجس في بريطانيا، ثم في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1891.

جدول **1**. العوائل النباتية التي تم تسجيل مصاحبتها بجنس نيماتودا السيقان والأبصال *Ditylenchus* spp. في بعض الأقطار العربية.

المرجع	القطر العربي	العائل النباتي
(Al-Hazmi *et al*., 1995) (Al-Yahya, 1999)	السعودية	*Allium cepa* البصل
(Ismail, 1997)	مصر	*Annona squamosa*
(Ibrahim, 2002) (Yassin, 1987)	مصر، السودان	*Arachis hypogaea* الفول السوداني
(Al-Hazmi *et al*., 1995)	السعودية	*Hordium vulgare* الشعير
(Al-Hazmi *et al*., 1995)	السعودية	*Lens esculentum* العدس
(Al-Yahya, 1999)	السعودية	*Lycopersicon esculentum* الطماطم
(Al-Hazmi *et al*., 1995)	السعودية	*Medicago sativa* البرسيم الحجازي
(Al-Hazmi *et al*., 1995)	السعودية	*Pisum sativum* البازلاء
(Hashim, 1983)	الأردن	*Olea europea* الزيتون
(Ibrahim, 2002)	مصر	*Oryza sativa* الأرز
(Yassin, 1987)	السودان	*Phaseolus vulgaris* الفاصوليا
(Al-Yahya, 1999) (Ibrahim *et al*., 2000)	مصروالسعودية	*Phoenix dactylifera* نخيل التمر
(Al-Yahya, 1999)	السعودية	*Punica granatum*
(Mamluk *et al.* 1984)	الأردن	*Solanum melongena*.. الباذنجان
(Al-Hazmi *et al*.1995) (Ibrahim, 2002) Mamluk *et al*., 1984)	مصر، الأردن، السعودية	*Solanum tuberosum* البطاطس
(Al-Hazmi *et al*., 1995) (Yassin, 1987)	السعودية،السودان	*Triticum aestivum* القمح
(Al-Hazmi *et al*., 1995) (Yassin, 1987)	السعودية،السودان	*Vicia faba* الفول

ويُعد نوعي النيماتودا *A. ritzemabosi* و*A. fragariae* من أهم الأنواع التي تتطفل على أوراق نباتات الزينة في المناطق المعتدلة، وتتميز هذه الأنواع بمهاجمة الأوراق مما يؤدي إلى موتها، ويبدأ الموت من قاعدة الورقة بالقرب من الساق متجها إلى أطرافها. وعند مهاجمة هذه النيماتودا للنموات الحديثة للأغصان تسبب تشوهها وتقزمها مما يؤدي إلى فشل تكوين الأزهار. كما تتواجد هذه النيماتودا في التفرعات الحديثة أو قشور البصلات المصابة أو فيما بينها أثناء فترة التخزين. أما النوع *A. blastophthorus* فيتطفل على براعم بعض العوائل النباتية. وقد سُجلت عدة أنواع لجنس النيماتودا *Aphelenchoides* على مختلف المحاصيل الزراعية في بعض الأقطار العربية كمصر والسودان والسعودية والأردن (جدول 2) (أبوغربية والعزة، 2004).

2- 1. النوعان *A. ritzemabosi* و *A. fragariae*

الأطوار الكاملة رفيعة ويبلغ طولها حوالي 1 مم، وتتحرك وتتغذى وتتكاثر على أنسجة الأسطح العلوية للأوراق المصابة، ولذلك فلابد من وجود طبقة رقيقة من الماء على أسطح هذه الأوراق ليتم لها ذلك. وقد تدخل هذه الأطوار عن طريق الفتحات الطبيعية الموجودة على أسطح الأوراق إلى الداخل، حيث تتغذى على الخلايا الإسفنجية للنسيج الوسطي للورقة. وللنيماتودا القدرة على إصابة البراعم الحديثة أيضاً. ودورة الحياة بسيطة تستغرق ما بين 10 و 14 يوماً، وكلا النوعين لا يتحمل الجفاف بعكس نيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci*، لكن الأطوار الكاملة للنوع *A. ritzemabosi* لها القدرة على الالتفاف داخل أوراق النبات الجافة لعدة أشهر فقط. وتحت الظروف الطبيعية، لا تقضي هذه النيماتودا فترة الشتاء داخل أوراق النبات الميت (Siddiqui, 1974؛ Siddiqui, 1975). ومن الممكن ملاحظة وجود وتطفل هذين النوعين جنباً إلى جنب مع نيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci* على البراعم والأبصال في نفس مواضع التطفل (Southey and Harris, 1970).

تؤدي تغذية وتطفل نوعي النيماتودا *A. ritzemabosi* و*A. fragariae* على النسيج الوسطي لورقة العائل النباتي المصاب إلى حدوث موت موضعي للأنسجة مع ظهور بثرات

على الأوراق. وتتميز أوراق نباتات ذات الفلقتين بكونها رقيقة، لهذا فإن العروق الرئيسية للورقة تفصلها إلى مناطق ذات مساحات صغيرة أو معدومة فيما بينها، ولذلك تعتبر هذه العروق موانع لحركة النيماتودا ضمن الورقة الواحدة. لكن النيماتودا قادرة على أن تخترق العروق عن طريق الفتحات الصغيرة الموجودة في الأدمة مما يساعدها على التغذية وإحداث ضرر كبير للأنسجة، وتكملة دورة حياتها. ويحدث الضرر للأوراق أساساً بسبب إفرازات النيماتودا، مما يسبب تشوه الورقة في المساحات الموجودة بين العروق. أما الأعراض فتظهر على الأوراق ابتداءً من اصفرارها إلى موت أنسجتها وتشوهها (شكل 6).

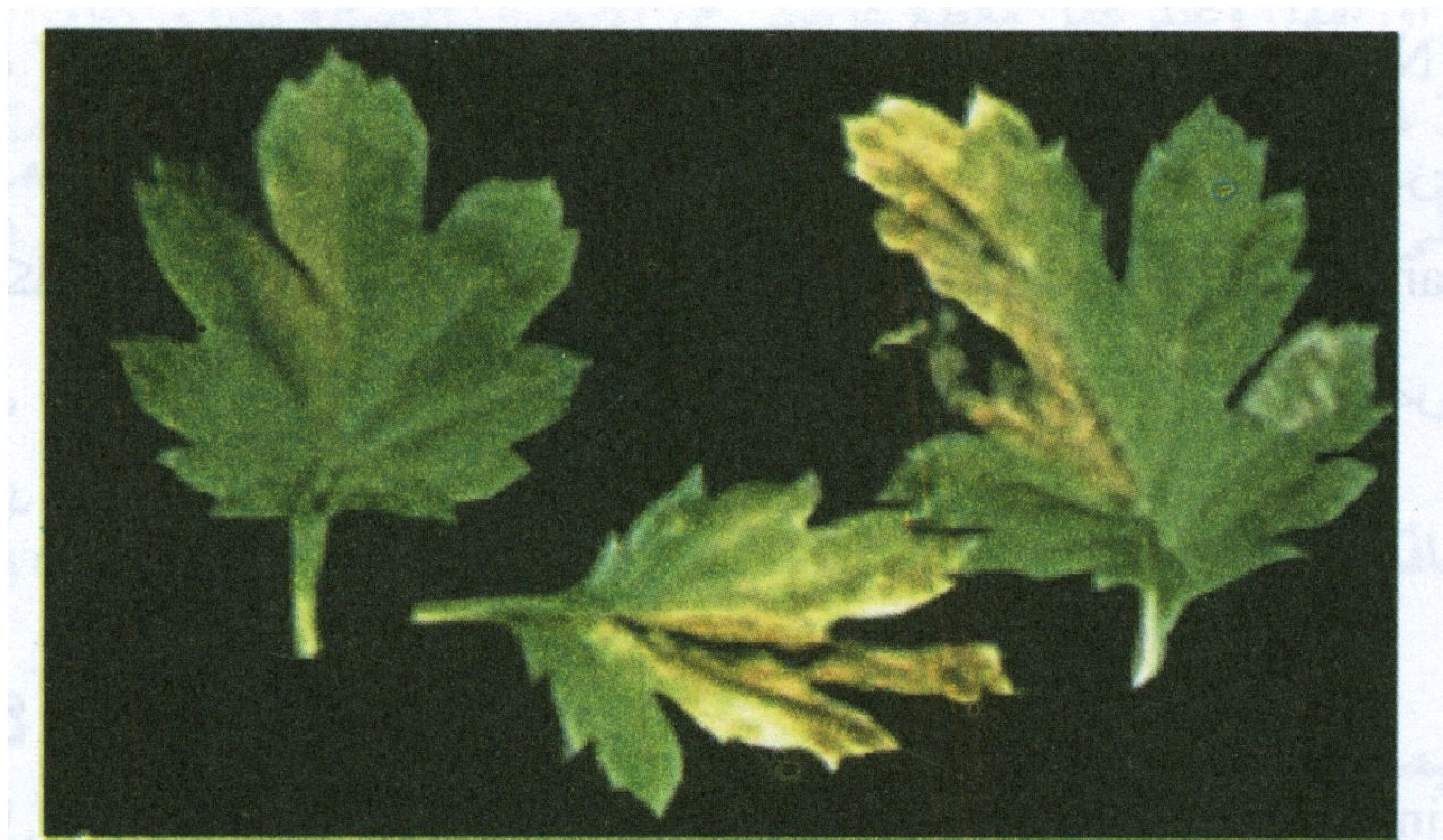
جدول **2**. العوائل النباتية التي تم تسجيل مصاحبتها بجنس نيماتودا الأوراق *Aphelenchoides* spp. في بعض الأقطار العربية

العائل النباتي	القطر العربي	المرجع
Arachis hypogeal	السودان	(Yassin, 1987)
Beta vulgaris	السعودية	(Al-Hazmi *et al.*1995)
Cicer aricinum	السعودية	(Al-Hazmi *et al.*1995)
Cucumis melo var. flexus	السعودية	(Al-Hazmi *et al.*1995)
Hordeum vulgare	السعودية	(Al-Hazmi *et al.*1995)
Lycopersicon esculentum	السعودية	(Al-Hazmi *et al.*1995)
Musa spp.	مصر	(Ibrahim, 2002)
Olea europea	السعودية	(Al-Yahya, 1999)
Phaseolus vulgaris	السعودية	(Al-Hazmi *et al.*1983) (Yassin, 1987)
Phoenix dactylifera	السعودية	(Al-Hazmi *et al.*1995) (Al-Yahya, 1999)
Pisum sativum	السعودية	(Al-Hazmi *et al.*1995)
Prunus domesticus	السعودية	(Al-Yahya, 1999)
Vitis vinifera	مصر	(Ibrahim, 2002)

كما تظهر أعراض الإصابة بالنيماتودا على البراعم بشكل مختلف، حيث يموت البرعم بكامله كما هو الحال في إصابة براعم زهرة الأقحوان بنيماتودا النوع

A. ritzemabosi. وفي مثل هذه الظروف، لا يمكن مشاهدة هذا النوع من النيماتودا على الأوراق إلا في حالة الظروف المناخية الرطبة مما يساعد النيماتودا على مهاجمة الأوراق وإكمال دورة حياتها وتكاثرها، وتتكون أعراض الإصابة على البراعم والأوراق في آن واحد. كذلك وُجد أن النيماتودا *A. fragariae* من الآفات الرئيسية التي تتطفل على نباتات الفراولة (الشليك) في أمريكا (Raski and Krusberg, 1984)، وكذلك في أوروبا وروسيا.

لوحظ تداخل نيماتودا النوع *A. ritzemabosi* مع الفطر *Phytophthora cryptogea* في إصابة العائل النباتي *Gloxinia* (Stokes and Alfieri, 1968)، وكلاهما مرتبط مع البكتيريا *Corynebacterium fascians* في مرض القرنبيط على نبات الفراولة (الشليك). أما النوع *A. fragariae* فيتداخل مع البكتيريا *Pseudomonas cichori* في إصابة النبات *Barleria cristata* (Lehman and Miller, 1988). كما يتداخل النوع *A. fragariae* أيضاً مع البكتيريا *Xanthomonas begoniae* فتزداد شدة أعراض تبقع الأوراق، وتظهربصورة مبكرة جداً و تكون القدرة الإمراضية أشد على نباتات البيجونيا مقارنة بإصابة النبات بأي من المسببين المرضيين كل على حدة (Riedel and Larsen, 1974).



شكل **6**: أعراض الاصابة على أوراق Chrysanthemum تبين تشوهات في شكل الورقة نتيجة الإصابة المبكرة لقمة البرعم بالنيماتودا *A. ritzemabosi*. (تصوير: R.A.Dunn)

2- 2. نيماتودا القمة البيضاء في الأرز *A. besseyi*

يُعد هذا النوع من النيماتودا من الأنواع التي تحمل مع البذور، وهو يسبب مرض القمة البيضاء في الأرز الواسع الانتشار في معظم مناطق زراعة الأرز في العالم ومن بينها مصر (Ou, 1985؛ إبراهيم، 2002). وكذلك يصيب هذا النوع من النيماتودا كلاً من: زهرة الأقحوان، والأوركيد، وزهرة القوليوس Coleus ويعد من أهم آفاتها (Hussey *et al.*, 1969). كذلك وُجد أن نباتات الفراولة في الولايات المتحدة الأمريكية واستراليا حساسة للإصابة بهذه النيماتودا حيث تنخفض حاصلاتها، وتتدهور نوعية ثمارها نتيجة للإصابة (McCulloch, 1978). وهناك اعتقاد بوجود عدة سلالات لهذا النوع من النيماتودا، لكن الأدلة على ذلك ضعيفة لحد الآن، ما عدا دليل وحيد، وهو عدم إصابة نباتات الفراولة بعزلة من النيماتودا *A. besseyi* عزلت من نباتات زهرة الأقحوان (Noegel and Perry, 1963). ونظراً لأهمية هذه النيماتودا والأضرار الاقتصادية الكبيرة التي تسببها على النباتات التي تتطفل عليها، أصدرت السوق الأوربية المشتركة قوانين صارمة للحجر الزراعي بمنع استيراد أية مادة نباتية مصابة بها (Cotton and Van Riel, 1993).

ويبدو أن النيماتودا *A. besseyi* لها تأثير على تطور أعراض الإصابة ببعض الفطريات الممرضة على الأرز، فلقد وجد أن النيماتودا تخفض من القدرة الإمراضية للفطر *Sclerotium oryzae* الذي يسبب تعفن ساق الأرز (Nishizawa, 1953)،وتعمل أيضاً على تدهور الفطر *Piricularia oryzae* الذي يسبب مرض اللفحة (الشرى) على الأرز حيث تتكاثر في مناطق التقرح للفطر نفسه (Tikhanova and Ivanchenko, 1968). ولكن بدلاً من أن يكون ذلك في صالح النبات نفسه، لوحظ أن إنتاج الأرز ينخفض بدرجة أكبر من وجود أي من هذه المسببات المرضية وحده.

2- 3. النوع *A. graminis*

سُجل هذا النوع من النيماتودا على نبات الحمص في السودان (Yassin, 1987)، وليس له أي أهمية اقتصادية في العالم ولم يُذكر في أي دولة أوروبية، آسيوية أو أمريكية.

2- 4. النوع *A. parietinus*

من الأنواع المهمة التي تهاجم فطر المشروم مسببة له أضراراً اقتصادية كبيرة، ولهذا أصدرت السوق الأوروبية المشتركة قوانين صارمة للحجر الزراعي بمنع استيراد وإدخال أي إرسالية نباتية مصابة بهذه النيماتودا (Paesler, 1957؛ Kermarrec, 1973). وقد سُجلت هذه النيماتودا على نباتات القطن في مصر (إبراهيم، 2002).

2- 5. النوع *A. subtenuis*

سُجل هذا النوع لأول مرة متطفلاً على نباتات زهرة النرجس في جنوب شرق الولايات المتحدة عام 1926، ثم في جنوب فرنسا عام 1929، وفي جزيرة صقلية الإيطالية في 1935/1934 (Goodey, 1933؛ Goodey, 1935). وفي الوطن العربي، تم تسجيله على نباتات الفول السوداني والقمح في السودان (Yassin, 1987)، ثم على بعض نباتات الزينة في فلسطين المحتلة عام 1993 (Southey, 1993)، ثم على أشجار الحمضيات في الأردن عام 1994 (Yousef and Jacob, 1994).

تتميز أعراض الإصابة بهذا النوع من النيماتودا بتلون الأبصال باللون الرمادي واصفرار أوراقها. وعند عمل مقطع عرضي في الأبصال المصابة بشدة، تظهر حلقات بنية اللون ذات مظهر شمعي (Southey, 1993). كذلك وجد أن هذه النيماتودا يمكن إكثارها بسهولة على وسط غذائي من الفطريات كبقية أنواع الجنس *Aphelenchoides* (Hooper, 1962b).

3. النيماتودا المتطفلة على الفطريات Mycophagous nematodes

3- 1. نيماتودا الفطريات *Aphelenchus avenae*

يعد هذا النوع من النيماتودا من الأنواع واسعة الانتشار في العالم، ويتطفل بصفة خاصة على أنواع مختلفة من الفطريات، وهو شديد القدرة الإمراضية على فطر المشروم خاصة، حيث يدمره حتى في حالة تواجده بأعداد قليلة في مزارعه (Hooper, 1962a). وقد

سُجلت مصاحبة هذا النوع لعينات التربة التي جمعت من مختلف المحاصيل الزراعية في السودان، ومصر، وليبيا، والعراق، والسعودية والأردن، وغيرها، ربما لمجرد التسجيل (Katcho and Allow, 1969؛ أبوغربية والعزة، 2004). ولكن ليست لهذا النوع من النيماتودا أية قدرة إمراضية على هذه المحاصيل.

3- 2. النوع *Caenorhabditis elegans*

تمَّ عزل هذا النوع من النيماتودا من المادة المخمرة لفطر المشروم في كل من؛ بلغاريا (Choleva, 1966)، والمجر (Farkas, 1972)، وفرنسا (Cayrol, 1978)، والولايات المتحدة الأمريكية (Kaufman *et al.*, 1983)، وبريطانيا (Grewal and Richardson, 1991). ولقد ثبت أن هذه النيماتودا تؤثر بشدة على نمو فطر المشروم وتُقلل من حيويته وإنتاجيته. حيث إن دورة حياتها على هذا الفطر سريعة نوعاً ما وتكتمل عليه في غضون يومين ونصف فقط على درجة حرارة 25°م، أو أربعة أيام ونصف على درجة حرارة 15°م (Grewal, 1991). وتضع الأنثى مابين 250 و 350 بيضة، اعتماداً على درجة الحرارة ومصدر غذاء البكتيريا. وفي الظروف غير المواتية، قد تتحمل يرقات الطور الثاني الجفاف لحين تحسن الظروف لكي تكمل دورة حياتها (Riddle, 1988). ومن أعراض الإصابة المهمة بهذه النيماتودا على فطر المشروم هو تشوه شكله وتحوره على هيئة كلية Kidney Shape واصفرار أنسجة الخياشم (Grewal and Richardson, 1991). وتؤدي إصابة فطر المشروم بهذا النوع من النيماتودا إلى خسارة نوعية وكمية في الإنتاج تقدر بحوالي 26٪، ويكون الفطر المصاب شاحب اللون ومشوه الشكل وغير قابل للتسويق.

4. المكافحة Control

4- 1. الحجر الزراعي

بما أن النيماتودا تنتشر عن طريق الأبصال والبذور المصابة، فإن الحاجة واضحة لاستخدام تقاوي وبذور نظيفة خالية من النيماتودا، كما أن تطبيق برنامج حجر زراعي صارم على الأبصال والبذور المستوردة يحد من انتشار هذه الآفة.

4- 2. المكافحة بالطرق الفيزيائية والعمليات الزراعية السليمة

تحد المحافظة على مستوى محدد من الصحة والنظافة داخل بيوت تربية فطر المشروم من انتشار النيماتودا، ويتم ذلك بتطبيق الإجراءات الصحية السليمة لمنع التطور السريع للآفة (Ross and Burden, 1981)، مثل استخدام الأجزاء النباتية السليمة الخالية من الإصابة، وزراعتها في مكان منفصل خال من التلوث بالنيماتودا. كما يجب أن تكون الأصص والمعدات الزراعية والتربة وأصول الإكثار والمناضد معقمة وخالية من التلوث بالنيماتودا كلياً. وبالإضافة إلى ذلك، يجب تحديد نسبة الرطوبة على أوراق النبات وعدم زيادتها، وإزالة الأوراق المصابة والمخلفات النباتية الأخرى بسرعة. ويُعد تنفيذ المعاملات الحرارية من أكثر الطرق الفيزيائية المؤثرة التي تُقلل من مشاكل معظم الآفات النيماتودية المتطفلة في حقول فطر المشروم التجارية، وتجرى هذه العملية بالإبقاء على درجة حرارة الوسط الغذائي للفطر مابين 55 و 60°م لمدة 8 ساعات (Turner, 1988). وتعد مثل هذه الحرارة قاتلة لمعظم أنواع النيماتودا (Hesling, 1979b). لكن نيماتودا النوع *Ditylenchus myceliophayus* قد تعيش بين خشب الأطباق عند غياب فطر المشروم، أو في حالة الجفاف، حيث أن مقاومتها لدرجات الحرارة العالية يضمن بقائها. وفي مثل هذه الظروف، قد يكون من الضروري ترطيب الأطباق قبل المعاملة الحرارية (Lengweiler-Rey, 1966). كذلك وُجد أن معاملة نباتات البيجونيا بالماء الحار قد خلصتها من نيماتودا الأوراق كلياً (Lehman, 1989).

4- 3. معاملة الأبصال بالماء الحار

عانت عملية إنتاج الأبصال المزهرة من خسارة فادحة بسبب نيماتودا السيقان والأبصال حتى تم تطوير عملية المكافحة بالماء الساخن. وتختلف درجة الحرارة المناسبة وفترة المعاملة باختلاف البذور والأبصال المصابة، وتزيد إضافة المبيدات الفطرية من فعالية هذه الطريقة. وكمثال على ذلك، تنقع بصيلات النرجس في ماء حار (44- 45°م) يحتوي على مبيدات فطرية لمدة 3 ساعات لقتل النيماتودا وبدون حدوث أية أضرار على

الأبصال. ويمكن أن تكون معاملات مشابهة مفيدة عندما تطبق على البصل والثوم والكراث.

لم تكن المعاملة بالمبيدات الكيميائية بكفاءة المعاملة بالماء الحار للأبصال في مكافحة النيماتودا، حيث تتميز المعاملة بالماء الحار بكونها أمينة وأكثر نظافة من الناحية البيئية، ولقد ثبت مسبقاً أن إضافة مواد زئبقية مع الماء الحار كحمام مائي لمنع مهاجمة الفطور قد سببت مشاكل صحية خطرة . ولقد تم تخليص أبصال النرجس من الإصابة بالنيماتودا بنقعها في الماء الحار خلال فترة العشرينات من القرن الماضي في كل من هولندا وانجلترا (Southey, 1982)، وتتم العملية بتغطيس الأبصال لمدة ثلاث ساعات ما بين درجة حرارة 44,4 و 46,7 ْم، يلي ذلك وضع الأبصال لتجفيفها على درجة حرارة 30 ْم لمدة أسبوع واحد. ويجب عدم تطبيق معاملة الماء الحار للأبصال المصابة بالنيماتودا بشدة، ويفضل في هذه الحالة إتلافها. ولقد أكد Green (1963) بأن نيماتودا السيقان والأبصال *D.dipsaci* تقتل بسهولة بين أنسجة الأبصال بواسطة الحرارة مقارنة بتلك النيماتودا الموجودة في الماء. كذلك وجد أن إضافة مادة الفورمالدهايد إلى الماء الحار تزيد من التأثير على النيماتودا.

4- 4. الدورة الزراعية

يمكن خفض أعداد نيماتودا السيقان والأبصال *D.dipsaci* عن طريق الدورات الزراعية الطويلة، مع زراعة محاصيل مقاومة مثل: السبانخ، والجزر، والخس. مع ضرورة تقييم المحاصيل غير العائلة إزاء السلالات المختلفة قبل إدخالها في نظام الدورة الزراعية. ولكن لا تُعد هذه الطريقة ذات كفاءة جيدة، وذلك لإمكانية بقاء النيماتودا حية عدة سنوات من جهة، ولأن الحقل عادة ما يحتوي على خليط من سلالات النيماتودا.

4- 5. الأصناف المقاومة

بالرغم من أن عملية تربية الأصناف المقاومة تتطلب برامج طويلة الأمد، ومكلفة اقتصادياً، فقد تم استنباط أصناف مقاومة لنيماتودا السيقان والأبصال من الفصة (البرسيم الحجازي)، والشوفان، والشيلم، والبرسيم الأبيض والأحمر. وتوجد منشورات

عديدة تشير إلى أصناف البقوليات الغذائية المقاومة (Armstrong and Jensen, 1978). ولم تتواجد صفة المقاومة عند البصل والبنجر(الشوندر) السكري و البازلاء، أما بالنسبة للفول، فهناك دراسات أجريت للبحث عن مصادر المقاومة للسلالة العملاقة في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA)، والمعهد الوطني للبحث الزراعي بفرنسا (INRA France)، وشمال أفريقيا (Caubel and Leclercg , 1989؛ Abbad-Andaloussi and Sellami , 1998؛ Abbad-Andaloussi , 2001). وبالرغم من أن صنف الفول INRA 29H معروف بمقاومته للنيماتودا *D. dipsaci* فإن السلالة العملاقة من هذه النيماتودا في منطقة دار بوازا بالمغرب قد تغلبت على صفة المقاومة (Abbad-Andaloussi *et al.*, 1995). ولذلك تتطلب برامج الانتخاب لصفة المقاومة المعرفة الجيدة للسلالات المختلفة.

4- 6. تغيير موعد الزراعة

أظهرت نتائج تقييم تأخير موعد زراعة الفول في الجزائر إلى الأسبوع الأخير من شهر ديسمبر(كانون أول) فاعلية عالية فى خفض أعداد نيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci*، مقارنة بموعد الزراعة في شهر نوفمبر(تشرين الثاني)، ولكن وجد أن هذا التأخير يسبب نقصاً فى الإنتاجية (Sellami, 1999؛ Abbad -Andaloussi *et al.*, 2002).

4- 7. استخدام النباتات المضادة

بينت النتائج المخبرية أن لإضافة كل من: مستخلصات أوراق اللانتانا *Lantana camara*، وخليط من كافة أجزاء نبات القطيفة *Tagetes patula*، ومسحوق بذور نبات *Melia azedarach*، فاعلية عالية في موت يرقات الطور الرابع لنيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci*، وبلغت نسبة الموت 82٪، و80٪، و78٪، على الترتيب، وذلك بعد 72 ساعة من تطبيق المعاملات المختلفة (Sellami, 2006).

4- 8. المعاملة بالمبيدات الكيميائية

أدى استخدام مبيد الألديكارب الحبيبي (بتركيزات مختلفة) في حقل مزروع بأبصال النرجس وملوث بنيماتودا السيقان والأبصال *D. dipsaci* إلى خفض نسبة الإصابة بالنيماتودا في الأبصال كثيراً، ولكن لم يمكن حتى في التراكيز العالية الوصول إلى الهدف المطلوب وهو التخلص من جميع أفراد النيماتودا وإبادتها من الأبصال تماماً، ولذلك لا يوصى بتطبيق هذه المعاملة (Windrich, 1986). كذلك الحال بالنسبة لنيماتودا تعفن درنات البطاطس *D. destructor* التي تهاجم أبصال، وكورمات ودرنات بعض العوائل النباتية، فلقد ثبت نجاح تطبيق معاملة الماء الحار للتخلص من هذه النيماتودا بصورة أفضل من استخدام المبيدات الكيميائية (Lane, 1984).

وبصفة عامة، من الصعب تعقيم البذور الملوثة بالنيماتودا بغاز بروميد الميثيل Methyl bromide دون حدوث أعراض سميّة لهذه البذور، بالرغم من توصل بعض العلماء إلى نتائج جيدة ضمن ظروف خاصة (تركيز مناسب ومستوى رطوبة محدد للبذور) في التخلص من نيماتودا السيقان و الأبصال دون أن يؤثر ذلك على حيوية البذور. وعموماً، فقد أوقف استخدام هذا الغاز حالياً لتأثيراته البيئية الضارة.

وعلى الرغم من ارتفاع تكلفة المكافحة الكيميائية لنيماتودا السيقان والأبصال في الحقول الكبيرة، إلا أنه من الممكن أن تحقق طريق التدخين بإحدى مبيدات النيماتودا نتائج طيبة في هذا المجال. ويُعد التبخير بمادة بروميد المثايل طريقة فعالة جداً للسيطرة على النيماتودا المتطفلة على فطر المشروم (Hussey *et al.*, 1962). لكن هذا المبيد قد مُنع استعماله عالمياً لخطورته الصحية والبيئية كما سبق ذكره، بالإضافة إلى صعوبة تطبيقه (Hesling, 1979a). ومن ثم، استعملت مادة الفورمالدهايد في تعقيم خشب الأطباق والأجهزة الأخرى المستخدمة في عملية إنتاج المشروم (Choleva, 1970؛ Lockhart,1973؛ Hesling,1979a ؛ Seth and Sharma,1985). وبالرغم من كفاءة الكثير من المبيدات النيماتودية ونجاحها في مكافحة النيماتودا لكن تطبيقها يعد محدوداً جداً في حالة نيماتودا السيقان والأبصال .*Ditylenchus* spp والبراعم والأوراق .*Aphelenchodes* spp بسبب سميتها العالية، وبقاء ترسباتها لفترة طويلة نسبياً في

الوسط الغذائي لنمو فطر المشروم الذي ينمو خلال فترة قصيرة (Hesling, 1979b)، لهذا كانت المبيدات الجهازية فعالة جداً لكنها صعبة الاستعمال (Lehman, 1990).

وفي الهند، استخدمت المستخلصات النباتية ذات التأثير السمّي للنيماتودا مثل نباتات: *Ricinus communis*، و*Cannabis sativa*، و*Azadirachta indica*، وقد كانت هذه المعاملات فعالة وذات كفاءة في قتل النيماتودا المتطفلة على المشروم، بالإضافة إلى أنها أدت إلى زيادة في إنتاج فطر المشروم بنسبة 19٪ (Grewal, 1989). ويعد خلط بذور وأوراق هذه النباتات مع الوسط الغذائي لفطر المشروم من الطرق الآمنة والرخيصة في مكافحة النيماتودا، مقارنة بالمعاملة بالمبيدات الكيميائية (Sharma and Seth, 1986).

وقد أدى تغطيس أبصال النرجس في مادة الفوكسيم Phoxim إلى تسريع عملية الإزهار (Damadzadeh and Hague, 1979)، كما أثرت المعاملة نفسها بنجاح في مكافحة النيماتودا *Ditylenchus dipsaci* التي تصيب أبصال النبات *Phlox douglastii*.

4- 9. المكافحة الأحيائية

تمَّ تنمية الفطر الصائد للنيماتودا *Arthrobotrys robusta* لاستخدامه في المكافحة الأحيائية لنيماتودا الفطريات في فرنسا، وذلك بإضافته إلى الوسط الغذائي للفطر، وقد وجد أنه حتى في حالة عدم وجود النيماتودا، فإن هذا الفطر يحفز النمو السريع للغزل الفطري للمشروم، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج. كما تم الحصول على نتائج مماثلة عند استعمال الفطر *A. oligospora* (Matskovich *et al.*, 1978). لكن حساسية هذه الفطريات للمبيدات الكيميائية قد يحدد من استخدامها ضمن استراتيجية الإدارة المتكاملة (IPM) (Grewal and sohi, 1988). وبالمثل أيضاً، ثبتت فعالية الفطر ذي الجراثيم اللاصقة *Hirsutella rhosiliensis* ضد نيماتودا السيقان والأبصال *D.dipsaci* (Cayrol and Franckowky, 1986)، كما وُجد أن البكتيريا *Bacillus thuringiensis* لها قدرة عالية في مكافحة النيماتودا المتطفلة على فطر المشروم (Cayrol, 1974).

4- 10. السلالات المقاومة Resistant strains

لوحظ تفاوت في نسبة إصابة فطر المشروم *Agaricas bisporus* بالنيماتودا، ربما لوجود سلالات متعددة من هذا الفطر (Ross and Burden, 1981؛ Kaufman *et al.*, 1984). وقد يكون قطر الغزل الفطري مانعاً كبيراً في بعض السلالات لتطفل النيماتودا عليه (Cayrol, 1972)، لكن ذلك لا يعد الأساس الصحيح في ميكانيكية المقاومة المؤثرة من الناحية العملية (Hesling, 1979b).

5. المراجع References

إبراهيم، إبراهيم خيري عتريس. 2002 . نيماتودا المحاصيل الزراعية. منشأة المعارف، الإسكندرية. 344 صفحة.

أبوغربية، وليد و طلب العزة. 2004. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 1- 22.

Abbad-Andaloussi, F. 2001. Screening of *Vicia faba* for resistance to the giant race of *Ditylenchus dipsaci* in Morocco. Nematol. Medit., 29: 51-57.

Abbad- Andaloussi, F. and J. Bachikhi. 1997. Le nématode des tiges, *Ditylenchus dipsaci* ,parasite de la fève *Vicia faba* au Maroc. In: Les légumineuses alimentaires: Contraintes biotiques et potentialitiés de développement. Ed. INRA. B. Tivoli et G. Caubel., pp. 165-172.

Abbad-Andaloussi, A.F., and J. Bachikhi. 2001. Studies on the host range of *Ditylenchus dipsaci* in Morocco. Nematol. Medit., 29: 51-57.

Abbad-Andaloussi, F. and S. Sellami. 1998. Screening of *Vicia faba* resistance to the giant race of *Ditylenchus dipsaci* in the Maghreb region. Pp. 122-123. In: Third European Conf. on Grain Legumes. Opportunities foe high Quality, Healthy and Added-value Crops to Meet European Demands Valladolid, Spain.14-19 Nov., 1998.

Abbad- Andaloussi, F. , G. Caubel and M. Esquibet. 1995. Resistance in *Vicia faba* to a type giant of the stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* .Nematologica, 41: 278(Abstr).

Abbad-Andaloussi, F., S. Sellami, N.Kachouri. et F .Chadly .2002. Le nématode des tiges, *Ditylenchus dipsaci* parasite de *Vicia faba* au

Maghreb. In: proceeding du 2ième Séminaire Sur le devenir des légumineuses alimentaires au Maghreb. Réseau Remafève /Remala du 30janv-2fevr à Hammamat (Tunisie).

Abbad- Andaloussi, F., S. Sellami, N.Kachouri, M. Kharrat and M. Hamaoui .1996. Le nématode des tiges, *Ditylenchus dipsaci* , parasite de la fève et de la fèverole dans le Maghreb. Bertenbreiter W, Sadiki M. (Ed.). Rehabilitation of faba bean,Rabat, Maroc, mai 1995. Actes Editions ,159-166.

Abu-Gharbieh, W.I. 1987. Plant parasitic nematodes associated with cereal and forage crops in Jordan. Pp. 160-168. In: M.C. Saxena, R. A. Sikora and J. P. Srivastava, (Eds.) Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions. ICARDA-135, Proc. Workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March, 1987.

Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology, 5th. edition Elsevier Academic Press. 948 pp.

Al-Abbar, F. 2005. Survey of chickpea root nematode in Dara'a governorate and testing the ability of some varieties for infection. Fac. Agri., Univ. Damascus. 94 pp. (In Arabic).

Al-Assas, K. 2004. Efficacy of some methyl bromide alternatives on nematodes in carnation cultivation under plastic tunnels. Damascus Univ. J., 21: 37-43.

Al-Assas, S. and M. Jamal. 2004. Efficacy of some methyl bromide alternatives on nematodes in tomato cultivation under plastic tunnels in the Syrian costal region. Damascus Univ. J., 21: 37-43.

Al-Hamed, M. 1987. The status of plant parasitic nematodes in cereals and food and forage legumes in Syria. Pp. 193- 198 In: M.C. Saxena, R. A. Sikora, and J. P. Srivastava, (Eds.). Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions. ICARDA-135, Proc. Workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March, 1987.

Al-Hazmi, A. S., Z. M. Abul-Hayja and I.Y. Trabulsi. 1983. Plant parasitic nematodes in Al-Kharj region of Saudi Arabia. Nematol. Medit., 11: 209-212.

Al-Hazmi, A.S., F.A. Al-Yahya and A.T. Abdul-Razig. 1995. Occurrence, distribution and plant associations of plant nematodes in Saudi Arabia. Res. Bull. # 52, Agri. Res. Centr., King Saud Univ., Pp. 5-45.

Al-Yahya, F.A. 1999. Plant nematodes associated with crop plants in Unayzah Governorate, Central of Suadia Arabia . J. Agri. Sci., King Saud Univ., 11: 59-69.

Ammati, M. 1987. Nematode status on food legumes and cereals in Morocco. Pp. 169-172. In: M.C. Saxena, R. A. Sikora, and J. P. Srivastava (Eds.) Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. ICARDA-135, Proc. Workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March, 1987.

Armstrong, J.M. and H.J. Jensen. 1978. Indexed Bibliography of Nematode-resistance in Plants Station Bulletin # 639, Agri. Exp. Station Oregon State Univ., Corvallis, Oregon.

Arnold, N.P. and C.D. Blake. 1968. Some effects of the nematode *Ditylenchus myceliophagus* and *Aphelenchoides composticola* on the yield of the cultivated mashroom. Ann. Appl. Biol., 61: 161-166.

Caubel, G. and D. Leclercq. 1989. *Vicia faba* lines resistant to the giant type of stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Fil. Fabis Newsl., 25 :45-48.

Caubel, G. and J. Le Guen.1983. Variability of relationships between *Vicia* bean and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci)* characterization of varietal resistance .Proceeding of the 1st European Conference on Grain legumes, Angers,France,pp. 337-338.

Cayrol, J.C. 1970. Phénomène de survie du nématode mycophage *Ditylenchus myceliophagus* anabiose. Bulletin de la Fédération Nationale des Syndicats Agricoles des cultivateurs de Champignons, 89: 2329-2333.

Cayrol, J.C. 1972. Possibilités d'utilisation de souches résistantes d'*Agaricus bisporus* dans la lutte contre le nématode mycophage *Ditylenchus myceliophagus* Goodey, 1958. Mashroom Science (1971) VIII: 631-640.

Cayrol, J.C. 1974. Action of *Bacillus thuringiensis* toxins on the mycophagous nematodes *Ditylenchus myceliophagus*. Pages: 21-22. In: Simposio International (XII) de Nematologia, Sociedad Europea de Nematologos, 1-7, Septiembre, 1974, Granada, Spain.

Cayrol, J.C. 1978. Mise au point d'une méthode de lutte biologique contre les nématodes des champignonnières a l'aide d'un champignon prédateur *Arthrobotrys rubusta* Souch " Antipolis"(Royal 300). Bulletin de la Fédération Nationale des Syndicats Agricoles des cultivateurs de Champignons 15: 1445-1454.

Cayrol , J.C. and J.P. Frankowsky. 1986. Influence of the number of parasiting conidia of *Hirsutella rhossiliensis* on the mortality of *Ditylenchus dipsaci*. Rev. de Nématol. 9: 411- 412.

Chelova, B. 1966. The nematode fauna of cultivated mushrooms. Rastenievudni Nauki, 3: 97-102 (In Bulgarian).

Choleva, B. 1970. Tests of physical and chemical methods for control of nematodes in mushroom houses. Rastenievudni Nauki, 7: 179-186. (In Bulgarian).

Choleva, B. 1973. Interrelationships between some hyphomycetous fungi and the mycohelminths *Ditylenchus myceliophagus* and *Aphelinchoides compodticola* from mushroom farms. Gradinarska I Lozarska Nauka, 10: 133-139.

Cotton, J. and H. Van Riel. 1993. Quarantine: Problems and Solutions. Pp. 593-607 In: K.D. Evns, L. Trudgill, and J. M. Webster. (Eds.). Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. CABI International.

Courtney, W. D. 1962. Stem Nematode of Red Clover in the Pacific Northwest. Bull. of the Washington Agri.l Exp. Station. 640 pp.

Damadzadeh, M. and N.G.M. Hague. 1979. Control of stem nematodes (*Ditylenchus dipsaci)* in narcissus and tulip by organophosphate and organocarbamate pesticides. Plant Pathol., 28: 86-90.

Debray, F. and E. Maupas. 1896. le *Tylenchulus devastatrix* Kuhn et la maladie vermiculaires des fèves en Algérie. Algérie Agricole, 55: 143-144.

Dropkin, V.H. 1980. Introduction to Plant Nematology. John Wiley and Sons, New York. 293 pp.

Eriksson, K.B. 1974. Intraspecific variation in *Ditylenchus dipsaci*. I. Compatibility tests with races. Nematologica, 20: 147-162.

Farkas, K. 1972. A termesztett csiperkegomba (Agaricus bisporus) nematologiai vizsgalatanak eredmenyei . Allatanak eredmenyei. Allatani Kozlemenyek, 59: 39-48.

Fielding, M.J. 1951. Observations on the length of dormancy in certain plant infecting nematodes. Proc. Helminthol. Soc. Washington, 18: 110-112.

Goodey, T. 1933. Plant Parasitic Nematodes and the Diseases they cause. Methuen, London. 306 pp.

Goodey, T. 1935. *Aphelenchoides hodsoni* n.sp. a nematode affecting narcissus bulbs and leaves. J. Helminthol., 13: 167-172.

Goodey, J.B. and E.B. Brown. 1956. Stem eelworm attacking carrots. J. Helminthol., 29: 187-192.

Greco, N. and M.M. DiVito. 1987. The importance of plant parasitic nematodes in food legume production in the Mediterranean Region. Pp. 29-45. In: M.C. Saxena R. A. Sikora, and J. P. Srivastava (Eds.).

Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions.. ICARDA-135, Proc. Workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March, 1987.

Green, C.D. 1963. Killing of bulb eelworm by hot-water treatment, Nature 198: 303.

Green, C.D. and S. Sime. 1979.The dispersal of *Ditylenchus dipsaci* with vegetable seeds. Ann. Appl. Biol., 92, 263-270.

Grewal, P.S. 1989. Effects of leaf-matter incorporation on *Aphelenchoides composticola* (Nematoda), mycofloral composition, mushroom compost quality and yield of *Agaricus bisporus*. Ann. Appl. Biol.,115: 299-312.

Grewal, P.S. 1991. Influence of bacteria and temperature on the reproduction of *Caenorhabditis elegans* (Nematoda: Rhabditidae) infesting mushrooms (*Agaricus bisporus*). Nematologica, 37: 72-82.

Grewal, P.S. and P.N. Richardson. 1991. Effects of *Caenorhabditis elegans* (Nematoda: Rhabditidae) on yield and quality of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. Ann. Appl. Biol.,118: 381-384.

Grewal, P.S. and H.S. Sohi. 1988. A new and cheaper technique for rapid multiplication of *Arthrobotrys conoides* and its potential as a bio-nematicide in mushroom culture. Curr. Sci., 57: 44-46.

Hanounik, S. and R.A. Sikora. 1981. Report on stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*) on faba bean in Syria. FABIS, 2: 49.

Hanounik, S.B., H. Halila and M. Harrabi. 1986. Resistance in *Vicia faba* to stem nematodes (*Ditylenchus dipsaci*). FABIS Newsl., ICARDA. No., 16: 37-39

Hashim, Z. 1983. Plant parasitic nematodes associated with olive in Jordan. Nematol. Medit., 11: 27-32.

Hesling, J. J. 1966. Biological races of stem eelworm. Report of the Glasshouse Crops Research Institute, 1965. Pages: 132-141.

Hesling, J.J. 1974. *Ditylenchus myceliophagus*. CIH Descriptions of Plant-parasitic nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology, St. Alban, UK. Set 3, No 36, 4 pp.

Hesling, J.J. 1979a. The role of eelworms: Part 2. Eelworms-from compost to cook-out. Mushroom J., 83: 500-503.

Hesling, J.J. 1979b. The role of eelworms: Part 3. Eelworms-from compost to cook-out. Mushroom J., 84: 531-536.

Hooper, D.J. 1962a. Effects of a nematode on the growth of mushroom mycelium. Nature 193. 496-497pp.

Hooper, D.J. 1962b. *Botrytis cinerea* as host of various nematodes. Report of Rothamsted Exp. Sta. for 1961'. 122-123 pp.

Hooper, D.J. 1972. *Ditylenchus dipsaci*. CIH Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology, St. Albans, UK. Set 1, No 14.

Hooper, D.J. 1973. *Ditylenchus destructor*. CIH Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology, St. Alban, UK. Set 2, No 21.

Hooper, D.J. 1984. Observation on stem nematode *Ditylenchus dipsaci* attacking field beans, *Vicia faba*. Pp. 239-260. In: Rothamsted experimental station report for 1983.

Hooper, D.J. and J.F. Southey. 1982. *Ditylenchus*, *Anguina* and related genera. Pp. 78-97. In: J.F. Southey (Ed.). Plant nematology. 3rd ed. Min. Agri., Fish. and Fd. Her Majesty's Stationery Office, London.

Hussey, N.W., W.H. Read and J.J. Hesling. 1962. The Pests of Protected Cultivation – The biology and control of glasshouse and mushroom pests. Edward Arnold Ltd., London.

Hussey, N.W., I.J. Wyatt and J.J. Hesling. 1969. Trials on the use of methyl-bromide as a substitute for the ''cook-out'' procedure in mushroom houses. Report of Glasshouse Crops Research Institute for 1961. Pp. 63-64.

Ibrahim, I.K.A. 2002. Nematodes of agricultural Crops. Munshaat Al-Maaref.Alèxandria.344 pp.

Ibrahim, I.K.A., Z.A. Handoo and A.A. El-Sherbiny. 2000. A survey of phytoparasitic nematodes on cultivated and non-cultivated plants in northern-west Egypt. Suppl. J. Nematol., 32: 478-485.

Ismail, A.E.1997. Population dynamics of root knot, spiral and stunt nematodes on sweet pop, *Annona squamosa* in relation to soil temperature. Pakistan journal of nematology, 15:93-44.

Katcho, Z.A. and J.M. Allow. 1969. Some new records of plant-parasitic nematodes from Iraq. Bull. Iraq Nat.l Hist. Mus., IV: 15-20.

Kaufman, T.D., J.R. Bloom and F.L. Lukezic. 1983. Saprophagous nematodes. Mushroom News, 31: 9-10.

Kaufman, T.D., F.L. Lukezic and J.R. Bloom. 1984. The effects of free-living nematodes and compost moisture on growth and yield in *Agaricus brunnescens*. Can. J. Microbiol., 30: 503-506.

Kermarrec, A.C. 1973. Recherches sur les ennemis du champignon de couche. I. Contribution à l'étude de la zoocénose des composts

champignonnière a *Agaricus bisporus* Lange. Ann. de Zool. Ecol. Ani., 5: 425-464.

Lamberti, F. 1984. Nematode problems of the Mediterranean coastal stripe in the Syrian Arab Republic. Nematol. Medit., 12: 53-64.

Lamberti E.B., G. Steiner and C. Drechsler. 1949. The "Cephalothecium" disease of cultivated mushrooms caused by a nematode (*Ditylenchus* sp.) evidenced by surface development of predaceous fungi. Plant Dis. Reprt., 33: 252-253.

Lane, A. 1984. Bulb Pests. Mini. Agri., Fish. and Fd., Her Majesty's Stationery office, London.

Lehman, P.S. 1989. A disease of begonia caused by a foliar nematode, *Aphelenchoides fragariae*. Nematology Circular, Division of Plant Industry, Florida Dept. Agri. and Consumer Services 164. 4 pp.

Lehman, P.S. 1990. A disease of African violets caused by foliar nematodes. Nematology Circular, Div. Plant Indust., Florida Dept. Agri. and Serv. 180. 2 pp.

Lehman, P.S. and J.W. Miller. 1988. Symptoms associated with *Aphelenchoides fragariae* and *Pseudomonas cichorii* infections of Philippine violet. Nematology Circular, Div. Plant Indust., Florida Dept. Agri. and Serv.159. 4 pp.

Lengweiler-Rey, V. 1966. Uber die Bekampfung von Nematoden in Champignonbetrieben mit Kistensystem. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten, Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, 73: 46-73.

Lockhart, C.L. 1973. Control of nematodes in peat with formaldehyde. Mushroom News, 21: 14-15.

Mamluk, O., W.I. Abu-Gharbieh, C.G. Shaw, A. Al-Musa and L.S. Al-Banna. 1984. A checklist of plant diseases in Jordan. Publication of the University, Jordan. 107 pp.

Matzkovich, N.V., V.S. KJosovets ,V.B. Udalova, L.A. Kurt and T.V. Teplyakova. 1978. The possibility of using nematophagous fungi in the control of some plant nematodes under enclosed conditions. Biologicheski metod bor'by s vreditelyami i boleznyami rastenii v zakrytom grunte "Kolos" 135-150. (In Russian).

McCulloch, J. 1978. Strawberry crimp. Queensland Agri. J.,104: 345-347.

Metliski, O.Z. and N.A. Kholod. 1987. On the determination of threshold of harfulness of strawberry stem nematode. Nauchnye Doklady Vysshei Shkoly Biologicheskie Nauki., 7: 45-48.

Nishizawa, T. 1953. On the relation between the rice nematode disease 'white tip' and the stem rot of rice plants. Annals Phytopathol. Soc. Japan, 17: 137-140.

Noegel, K.A. and V.G. Perry. 1963. A foliar disease of Chrysanthemum incited by the strawberry summer crimp nematode. Proc. Soil Crop Sci. Soc. Florida, 22nd Ann. Meet.: 162-166.

Ou, S.H. 1985. *Rice Diseases* (2nd ed). Kew, England, Commonwealth Mycological Institute. 380 pp.

Paesler, F. 1957. Beitrag zur Kenntnis der Nematoden fauna in Champignon -Kulturen. Nachrichtenblatt fur den Deutschen Pflanzenschutzdienst, 11: 129-136.

Perry, R.N. 1977a. The water dynamics of stages of *Ditylenchus dipsaci* and *D. myceliophagus* during desiccation and rehydration. Parasitology, 75: 45-70.

Perry, R.N. 1977b. The effect of previous desiccation on the ability of 4th – Stage larvae of *Ditylenchus dipsaci* tò control rate of water loss and survive drying. Parasitology, 75: 215-231.

Raski, D.J. and L.R. Krusberg. 1984. Nematode parasites of grapes and other small fruits. Pp. 457-507. In: W.R. Nickle (Ed.). Plant and Insect Nematodes.. New York, Marcel Dekker.

Riddle, D.C. 1988. The dauer larva. Pp. 393-412. *in*: W.B. Woods (Ed.). The Nematode *Caenorhabditis elegans*. Cold Spring Harbor Laboratory. New York, USA.

Riedel, R.M. and P.O. Larsen. 1974. Interrelationship of *Aphelenchoides fragariae* and *Xanthomonas begonia* on Rieger begonia. J. Nematol., 6: 215-216.

Rinker, D.L. and J.R. Bloom. 1982. Phoresy between a mushroom-infesting fly and two free-living nematodes associated with mushroom culture. J. Nematol., 14: 599-602.

Ross, R.C. and J.L. Burden. 1981. An unusual problem – Saprophagous nematodes. Mushroom J., 99: 99-109.

Schreiber, E.R. 1978. Biologie importance et moyens de contrôle du nématode des tiges sur fève eu Maroc. Bull. Prot. Culture, 4: 3- 30.

Seinhorst, J.W. 1956. Biologische rassen van het stengelaatje *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev en hun waardplanten. Tijschrift over Plantenzeikten, 62: 179-188.

Seinhorst, J.W. and P.J. Bels. 1951. *Ditylenchus destructor* Thorne.1945 in champignons. Tijdschrift Plantenziekten, 57: 167-169.

Sellami, S. 1997. Importance du nématode des tiges (*Ditylenchus dipsaci*) sur fève en Algérie. In: Les légumineuses alimentaires: Contraintes biotiques et potentialités de développement. (Tivoli, B., and G. Caubel, eds.). Rennes, France, Colloques de INRA, 88: 157-163.

Sellami, S. 1999. Effet de la date de semis et des lignées de fèverole résistantes sur la nuisibilité du nématode des tiges. In: Proceeding du deuxième symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires. Nabeul , Tunisie, 117-122.

Sellami, S. 2006 . Evaluation de l'activité nématicide de quelques plantes contre le nématode des tiges : *Ditylenchus dipsaci* (Nematoda: Anguininidae). Sixième journées scientifiques et techniques phytosanitaires , Alger, El Harrach. 12pp.

Sellami, S. et Z. Bousnina.1996. Distribution de *Ditylenchus dipsaci* sur fève dans l'Est Algérien. In: Bertenbreiter W, Sadiki M.(Ed): Rehabilitation of faba bean, Rabat, Maroc,mai 1995 .Actes Editions ,167-172.

Sellami, S., Z. Bousnina and F. Bacha. 1998. Nématofaune associée à la fève et plante-hôtes du nematode des tiges: *Ditylenchus dipsaci* Kuhn (Filipjev). Pp. 211-218. In: Actes semin nat sur légumineuses alimentaires à Ain Temouchent (Algerie).

Seth, A. and N.K. Sharma. 1985. Evaluation of formalin and pentachlor against *Aphelenchoides* species parasitizing white button mushroom. Indian J. Mushrooms. 11: 65-68.

Sharma, N.K. and A. Seth. 1986. Nematode problems in mushroom: Losses, symptomatology and management. Pp. 384-399. In: G. Swarup and D. R. Dasgupta (Eds.). Plant Parasitic Nematodes of India, Problems and Progress. Indian Agri. Res. Instit. New Delhi, India.

Siddiqui, M.R. 1974. *Aphelenchoides ritzemabosi.* CIH Descriptions of Plant- parasitic nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology, St.Alban, UK. Set 3, No 32.

Siddiqui, M.R. 1975. *Aphelenchoides fragariae.* CIH Descriptions of Plant-parasitic nematodes. Commonwealth Institute of Helminthology, St.Alban, UK. Set 5, No74.

Southey, J.F. 1982. Physical methods of control. Pp. 302-312. In: J.F. Southey (Ed.). Plant Nematology (3rd ed). Min. Agri., Fish. and Fd. Her Majesty's Office, London.

Southey, J.F. 1993. Nematode pests of ornamental and bulb crops. Pp. 463-500. In: (K. Evans, D.L. Trudgill, and J.M. Webster (Eds.). *Plant* Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. CABI International.

Southey, J.F. and K.M. Harris. 1970. Double infestations of leaf and stem eelworms in Siberian wallflower and other ornamental plants. Plant Pathol., 19: 50.

Stephan, Z. A. 1989. New hosts for *Ditylenchus dipsaci* in Iraq. Int. Nematol Network Newsletter,6: 30.

Stephan, Z.A., A.H. Alwan and B.G. Antoon. 1985. Occurrence of plant parasitic nematodes in vineyard soil in Iraq. Nematol. Medit.,13: 261-264.

Stokes, D. E., and S. A .J. Alfieri. 1968. A foliar nematode and a Phytophthora parasitic to gloxinia. Proc. Florida State Hortic. Soc. 81: 376-380.

Sturhan, D. 1969. Das Rassenproblem bei *Ditylenchus dipsaci*. Mitteilungen aus Der Biologischen Bundesanstalt fur Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. No 136: 87-98.

Tikhanova, L.V. and Y.N. Ivancheno. 1968. The combined infection of rice with a fungus, *Piricularia* and a nematode *Aphelenchus*. Trudy Vsesoyuznogo Instituta Gel'mintologgii im. K. I. Skryabina, 14: 287-290.

Turner, S.J. 1988. Effects of compost production on nematode survival. Mushroom J., 183: 505-507.

Viglierchio, D.R. 1971. Race genesis in *Ditylenchus dipsaci*. Nematologica, 17: 386-392.

Vrain, T.C. 1987. Effect of *Ditylenchus dipsaci* and *Pratylenchus penetrans* on *Verticillium* wilt of alfalfa. J. Nematol.,19: 379-383.

Windrich, W.A. 1986. Control of stem nematode, *Ditylenchus dipsaci*, in narcissus with aldicarb. Crop Prot., 5: 266-267.

Wuest, P.J. 1977. Managing air during phase II composting and the nematode nemesis. Mushroom News, 25: 7-16.

Yassin, A.M. 1987. The status of research on plant nematology in cereals and food and fodder legumes in the Sudan. Pp. 181-191. In: M.C. Saxena R. A. Sikora, and J. P. Srivastava (Eds.). Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions. ICARDA-135, Proc. Workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March, 1987.

Yousef, D.M. and J.J.S. Jacob. 1994. A nematode survey of vegetable crops and some orchards in the Ghor of Jordan. Nematol. Medit., 22: 11-15.

Yuksel, H.S. 1960. Observations on the life cycle of *Ditylenchus dipsaci* on onion seedlings. Nematologica, 5: 289-296.

الفصل الرابع عشر

النيماتودا خارجية التطفل على الجذور
Ecto-parasitic Nematodes on Roots

أحمد السيد إسماعيل[1]، موفق رمضان كراجه[2] وعبد المجيد ياسين[3].

(1) المركز القومي للبحوث، قسم أمراض النبات، القاهرة، مصر.

(2) كلية الزراعة، جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.

(3) كلية العلوم، جامعة الخرطوم، الخرطوم، السودان.

المحتويات

1. مقدمة	Introduction
2. أجناس النيماتودا خارجية التطفل على الجذور	Genera of ectoparasites
3. النيماتودا الناقلة للأمراض الفيروسية	Nematode vectors of plant viruses
4. انتشار النيماتودا خارجية التطفل في البلدان العربية	Occurrence and distribution in the Arab countries
5. إمراضية النيماتودا خارجية التطفل	Pathology
6. بيولوجية (إحيائية) النيماتودا خارجية التطفل	Biology
7. مكافحة النيماتودا خارجية التطفل	Management
8. المراجع	References

1. مقدمة Introduction

يطلق على مجموعة النيماتودا المتطفلة على النبات من خارج الجذر بالنيماتودا خارجية التطفل Ectoparasitic nematodes، حيث تتغذى هذه النيماتودا على الطبقات السطحية والعميقة من الجذر وعادةً بالقرب من قمم الجذور أو على الشعيرات الجذرية. عموماً، تشترك جميع أجناس هذه المجموعة، بأن جسم النيماتودا ذو شكل دودي في مرحلتي البلوغ واليافعات. وتمتلك بعض أجناس هذه المجموعة رمحاً طويلاً جداً، مما يمكنها من التغذية عميقاً في الجذور. ولا تدخل هذه النيماتودا جذر النبات مطلقاً، لذا لا يمكن عزلها إلا من خلال عينات تربة مصابة. عموماً، تعد هذه المجموعة من النيماتودا المهاجرة Migratory بسبب قدرتها على التنقل في التربة من جذر مصاب إلى آخر، حيث تضع بيضها فردياً في التربة. وتضم هذه المجموعة عدة أجناس أهمها ، النيماتودا الرمحية (*Hoplolaimus*)، ونيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus*)، والنيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus* و *Rotylenchus*)، ونيماتودا تقصف الجذور (*Trichodorus* و *Paratrichodorus*)، والنيماتودا الخنجرية (*Xiphinema*)، والنيماتودا الإبرية (*Longidorus* و *Paralongidorus*)، والنيماتودا الحلقية (*Criconemella* و *Criconemoides*)، والنيماتودا الواخزة (*Belonolaimus*). وتسبب معظم أجناس هذه المجموعة انتفاخات في قمم الجذور، مما قد يؤدي إلى وقف استطالة الجذور خاصة نيماتودا تقصف الجذور والنيماتودا الخنجرية ونيماتودا التقزم.

2. أجناس النيماتودا خارجية التطفل على الجذور
Genera of ectoparasites

2- 1. النيماتودا الرمحية Lance Nematodes (*Hoplolaimus*)

2- 1- 1. الوصف

جسم النيماتودا أسطواني دودية الشكل وطويل (1- 2 ملم). في الجزء الأمامي من الجسم تظهر منطقة الشفاه محددة عن باقي الجسم وعريضة ومسطحة من الأمام وذات

حلقات واضحة ومميزة، وخطوط طولية. الرمح قوي وله عقد تشبه أبصال الزنبق (شكل 1 أ). يوجد 3- 6 أنوية في الغدد المريئية التي تتراكب مع الأمعاء ظهرياً وجانبياً. توجد صفيحة فازميدية على مسافة 25- 60٪ من النهاية الأمامية للجسم وأخرى على مسافة 75- 90٪. وتوجد خطوط عرضية في الحقل الجانبي. الذيل قصير ومستدير من طرفه (شكل 1 أ)، وللذكر تجنحات تحيط بالذيل.

2- 1- 2. الوضع التقسيمي

تتبع النيماتودا الرمحية مجموعة (ما تحت العائلة) Hoplolaiminae من عائلة Hoplolaimidae في "تحت الرتبة" Tylenchina التابعة لرتبة Rhabditida من طائفة Chromadorea.

2- 1- 3. الأضرار والأهمية الاقتصادية

قد تسبب النيماتودا الرمحية خسائر كبيرة في الإنتاج الزراعي خاصة في مرحلة الأشتال في الترب الرملية جيدة التصريف، لأن جميع أطوار النيماتودا تتطفل على جذور النبات، حيث تظهر تجاويف وتقرحات بنية في طبقة القشرة ناتجة عن تمزق الخلايا بفعل رمح النيماتودا القوي لكن دون أن تصل لمنطقة الأوعية الناقلة. ومما يسهم في تفاقم الضرر تجمع النيماتودا بأعداد وفيرة حول نسيج الجذر، وقد تتغذى أفرادها بصورة شبه داخلية في الجذر، حيث تدخل مقدمة النيماتودا في نسيج الجذر بينما تبقى بقية الجسم في الخارج.

2 - 1- 4. العوائل وأعراض الإصابة

تصيب النيماتودا الرمحية مدى واسعاً من العوائل النباتية، لكن يعد القطن وفول الصويا والذرة من أهم هذه العوائل، ومن العوائل الأخرى؛ المحاصيل النجيلية التي من أهمها القمح، وأشجار الصنوبر والبلوط. وعادةً، تظهر أعراض الإصابة على شكل تقزم وذبول مؤقت في النبات، وأيضاً ظهور التقرحات البنية على الجذور المصابة.

2 - 1- 5. دورة الحياة

تتكاثر النيماتودا الرمحية بكرياً بسبب ندرة وجود الذكور، حيث تضع الإناث البيض فرادى بمعدل 20- 50 بيضة في التربة. عادةً، يبلغ طول فترة حياة النيماتودا مابين 45- 49 يوماً في الظروف المناخية المناسبة.

2 - 1- 6. المكافحة

من أهم طرق مكافحة النيماتودا الرمحية، الدورة الزراعية التي تكون غالباً فعالة في مكافحة النيماتودا، وكذلك استخدام الأصناف المقاومة والمكافحة الكيماوية باستخدام مبخرات التربة قبل الزراعة.

2- 2. نيماتودا التقزم Stunt nematode (*Tylenchorhynchus*)

2- 2- 1. الوصف

هذه النيماتودا دودية اسطوانية الشكل، قد يصل طولها إلى 1 ملم، وتمتاز بوجود مريء مركب نموذجي بصلته الخلفية غير مفصصة. الرمح طويل جداً (15- 30 ميكرون). الذيل مخروطي إلى أسطواني، يبلغ طوله ثلاثة أضعاف عرضه (شكل 1 ب).

2- 2- 2. الوضع التقسيمي

تتبع نيماتودا التقزم تحت العائلة Belonolaiminae من عائلة Belonolaimidae في "تحت الرتبة" Tylenchina التابعة لرتبة Rhabditida من طائفة Chromadorea، ويصل عدد الأنواع المكتشفة في الجنس *Tylenchorhynchus* إلى 267 نوعاً، تنتشر معظمها في المناطق شبه الاستوائية والباردة وبعضها ذات أهمية اقتصادية كبيرة.

2- 2- 3. الأضرار والأهمية الاقتصادية

وعادةً ما تتغذى نيماتودا التقزم على النسيج السطحي للجذور خاصةً على خلايا البشرة والقشرة لفترات زمنية قصيرة مسببةً تلوناً وضعفاً في الجذور، مما قد يؤثر على نمو النبات وإصابته بحالة تقزم وضعف عام.

2- 2- 4. العوائل وأعراض الإصابة

تصيب نيماتودا التقزم مدى واسعاً من النباتات الاقتصادية أهمها التبغ والمحاصيل النجيلية والذرة والقطن وبعض الأشجار الحرجية ونباتات الزينة.

2- 2- 5. دورة الحياة

قد تستغرق دورة حياة نيماتودا التقزم من 31- 38 يوماً في الظروف المناخية المناسبة، وعادةً، تقوم الذكور بدورها في عملية التكاثر، وقد يصل معدل التكاثر إلى 500 ضعف خلال عدة شهور.

2- 2- 6. المكافحة

ويكون استخدام المبيدات الكيماوية فعالاً في مكافحة نيماتودا التقزم خاصة مبخرات التربة، ويعتبر إتباع الدورة الزراعية وإضافة المحسنات العضوية من أهم طرق المكافحة الأخرى.

2- 3. النيماتودا الحلزونية

Spiral nematodes (*Helicotylenchus*, *Rotylenchus*)

2- 3- 1. الوصف

تسمى هذه النيماتودا بالحلزونية بسبب التفاف جسمها في حالة ارتخاءه بصورة حلزونية. تتميز منطقة الشفاه بالشكل المقلم ذي أربع حلقات. الرمح طويل (25 ميكرون) له عقد فنجانية الشكل. تبعد فتحة الغدة المرئية الظهرية مسافة 10- 14 ميكروناً خلف عقد الرمح (شكل 1 ج). تتميز النيماتودا الحلزونية في أن أعضاءها الفازميدية عادية وليست صفائح فازميدية. تتراكب البصلة الخلفية للمريء مع الأمعاء بدرجة أكبر من الناحية البطنية في الجنس *Helicotylenchus*، في حين تتراكب مع الأمعاء بدرجة أكبر من الناحية الظهرية في الجنس *Rotylenchus*.

2- 3. 2. الوضع التقسيمي

تتبع النيماتودا الحلزونية تحت العائلة Hoplolaiminae من عائلة Hoplolaimidae في "تحت الرتبة" Tylenchina التابعة لرتبة Rhabditida من طائفة Chromadorea.

2- 3- 3. الأضرار والأهمية الاقتصادية

تختلف طبيعة التطفل في النيماتودا الحلزونية باختلاف العوائل النباتية لكل النوع، وبصفة عامة هنالك نوعان من التطفل في هذه المجموعة:

أ- تطفل خارجي: وفيه تتغذى النيماتودا على الشعيرات الجذرية وخلايا البشرة، مثل تطفل النيماتودا الحلزونية *H. dihystera* على جذور الذرة.

ب- تطفل شبة داخلي: حيث يخترق ثلث جسم النيماتودا تقريباً نسيج الجذر، في حين يبقى بقية الجسم في التربة، مثل تطفل النوع *H. pseudorobustus* على الذرة والطماطم وفول الصويا.

2- 3- 4. العوائل وأعراض الإصابة

تصيب هذه النيماتودا عدداً كبيراً من الأنواع النباتية، حيث يعتبر الموز العائل الرئيس لهذه النيماتودا (Eissa *et al.*, 2003a)، كما أنها تعتبر واسعة الانتشار، ولا ينحصر توزيعها وانتشارها في إقليم معين، بل توجد في جميع المناطق سواءً الاستوائية أو شبه الاستوائية أو الباردة. توجد النيماتودا بأعداد كبيرة على الجذور دون التسبب بأضرار بالغة في معظم الأحيان، وقد تنحصر أعراض الإصابة في ضعف نمو النبات وتعرضه للذبول المؤقت خلال النهار، وقد يحدث نقص شديد في المحصول خاصةً في الموز والذرة وقصب السكر في المناطق الاستوائية أو شبه الاستوائية.

2- 3- 5. دورة الحياة

تتكاثر، عادةً، النيماتودا الحلزونية بكرياً، حيث يحدث الانسلاخ الأول لليافعة داخل البيضة، بينما تنسلخ الأطوار الثلاثة الأخرى بعد خروجها من البيض. وقد تستطيع هذه

النيماتودا الدخول في سكون في الظروف البيئية الجافة. ويبلغ طول دورة حياة النيماتودا من 30- 45 يوماً في الظروف المناخية المناسبة.

2- 3- 6. المكافحة

قد تكون الدورة الزراعية فعالة أحياناً في مكافحة هذه النيماتودا، وعند الضرورة، تستخدم المكافحة الكيماوية بمبخرات التربة قبل الزراعة، أو ري منطقة جذور النبات بالمبيدات النيماتودية الجهازية، أو استخدام المبيدات الجهازية المحببة نثراً أو في حوض الأشجار المصابة.

2- 4. النيماتودا الحلقية

Ring nematodes (*Criconemella, Criconemoides*, *Hemicriconemoides*)

2- 4- 1. الوصف

تشترك جميع أنواع النيماتودا الحلقية في الطراز الشكلي من حيث اندماج الجزء الأمامي بالجزء الخلفي للمريء. البرزخ ضيق والبصلة الخلفية منتفخة ولا تتراكب مع الأمعاء (شكل 1 د).

2- 4- 2. الوضع التقسيمي

تتبع النيماتودا الحلقية العائلة Criconematidae في "تحت الرتبة" Tylenchina التابعة لرتبة Rhabditida من طائفة Chromadorea. تضم هذه النيماتودا أكثر من 90 نوعاً، يقسمها بعض العلماء إلى عدة أجناس مختلفة.

2- 4- 3. الأضرار والأهمية الاقتصادية

تستطيع النيماتودا الحلقية اختراق خلايا البشرة في الجذر من خلال رمحها الطويل الذي قد يصل إلى منطقة الأوعية الناقلة في الجذر. قد تستمر النيماتودا بالتغذية لفترات زمنية طويلة تصل لعدة أيام، تنتقل بعدها إلى منطقة أخرى في نفس الجذر. وقد لوحظ وجود أعراض تدهور على أشجار الخوخ المصابة، وتقزم واصفرار في نباتات الفول

السوداني المصابة، بينما ظهرت أعراض التقزم والنقص في محصول الأزهار في نباتات القرنفل. وتعتبر النيماتودا الحلقية متطفلاً ضعيفاً، بسبب عدم تسببها بأضرار بالغة على النبات العائل بالمقارنة مع بقية النيماتودا خارجية التطفل الأخرى، لكن قد تتسبب في حدوث ضرر واضح في حالة وجودها بأعداد كبيرة في منطقة الجذور.

2- 4- 4. العوائل وأعراض الإصابة

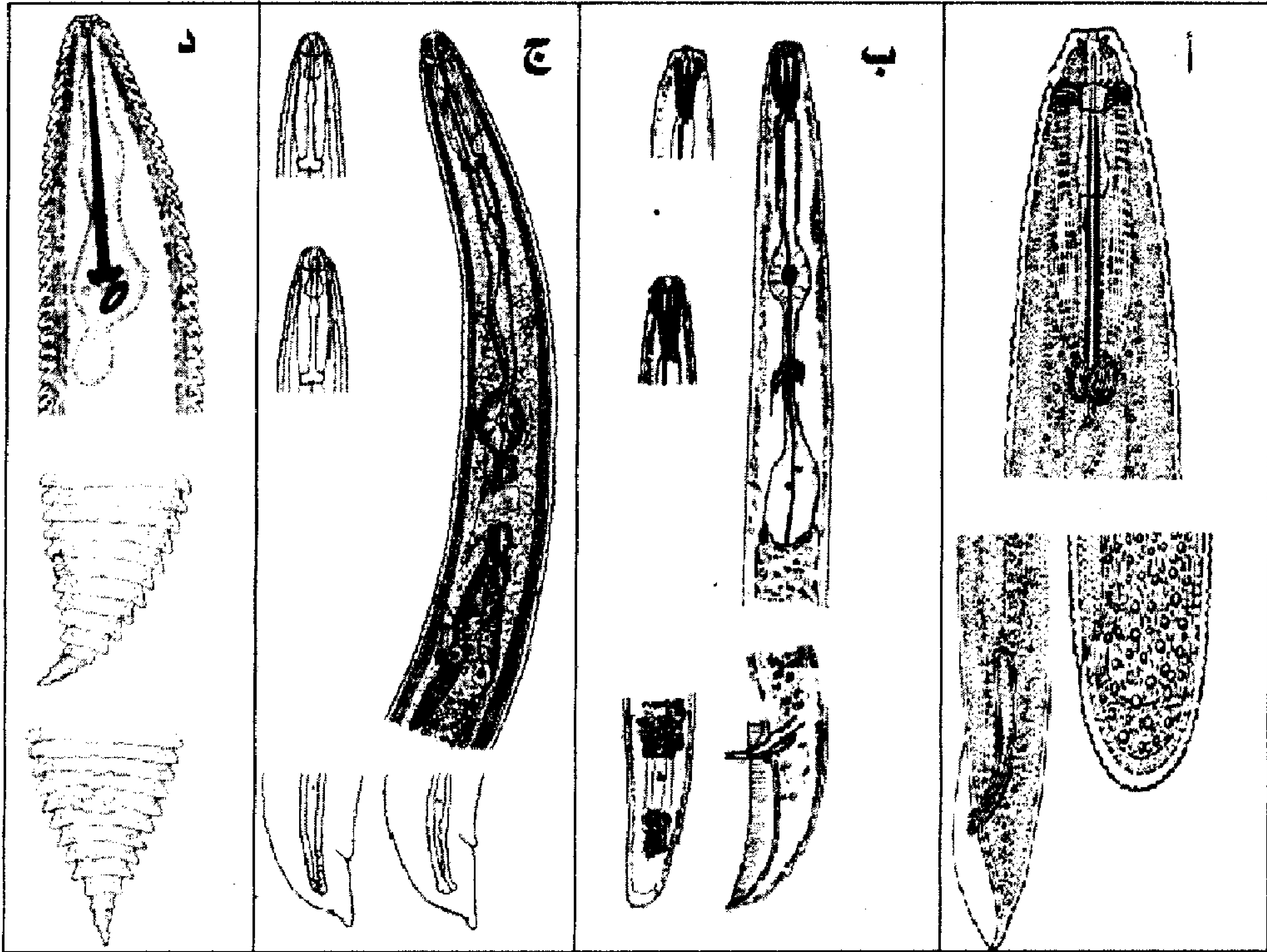
تصيب النيماتودا الحلقية عدداً كبيراً من العوائل النباتية مثل المحاصيل الحقلية كالفول السوداني وأشجار الفاكهة مثل اللوزيات والعنب والجوز، والنباتات العشبية، ونباتات الزينة كالقرنفل.

2- 4- 5. دورة الحياة

تستغرق دورة الحياة في النوع *Criconemella xenoplax* مابين 25- 34 يوماً؛ منها 11- 13 يوماً لتطور الجنين داخل البيضة وحتى الفقس، وحدوث الانسلاخ في اليافعة الثانية بعد 3- 5 أيام واليافعة الثالثة بعد 4- 7 أيام، وتضع الإناث البيض بمعدل 8- 15 بيضة/ أنثى في اليومين الأولين.

2- 4- 6. المكافحة

من أهم طرق مكافحة النيماتودا الحلقية: الدورة الزراعية واستخدام الأصناف المقاومة وزراعة المحاصيل المثبطة من العائلة النجيلية والمكافحة الكيماوية باستخدام مبخرات التربة قبل الزراعة.



شكل 1: الجزء الأمامي والذيل للنيماتودا الرمحية *Hoplolaimus* (أ)، ونيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* (ب) عن Venditti and Noel, 1995، والنيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus* (ج) عن Fortuner *et al.*, 1984، والنيماتودا الحلقية *Criconemoides* (د) عن Van Den Berg and Quénéhervé, 1993.

2- 5. النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema*)، Dagger nematode

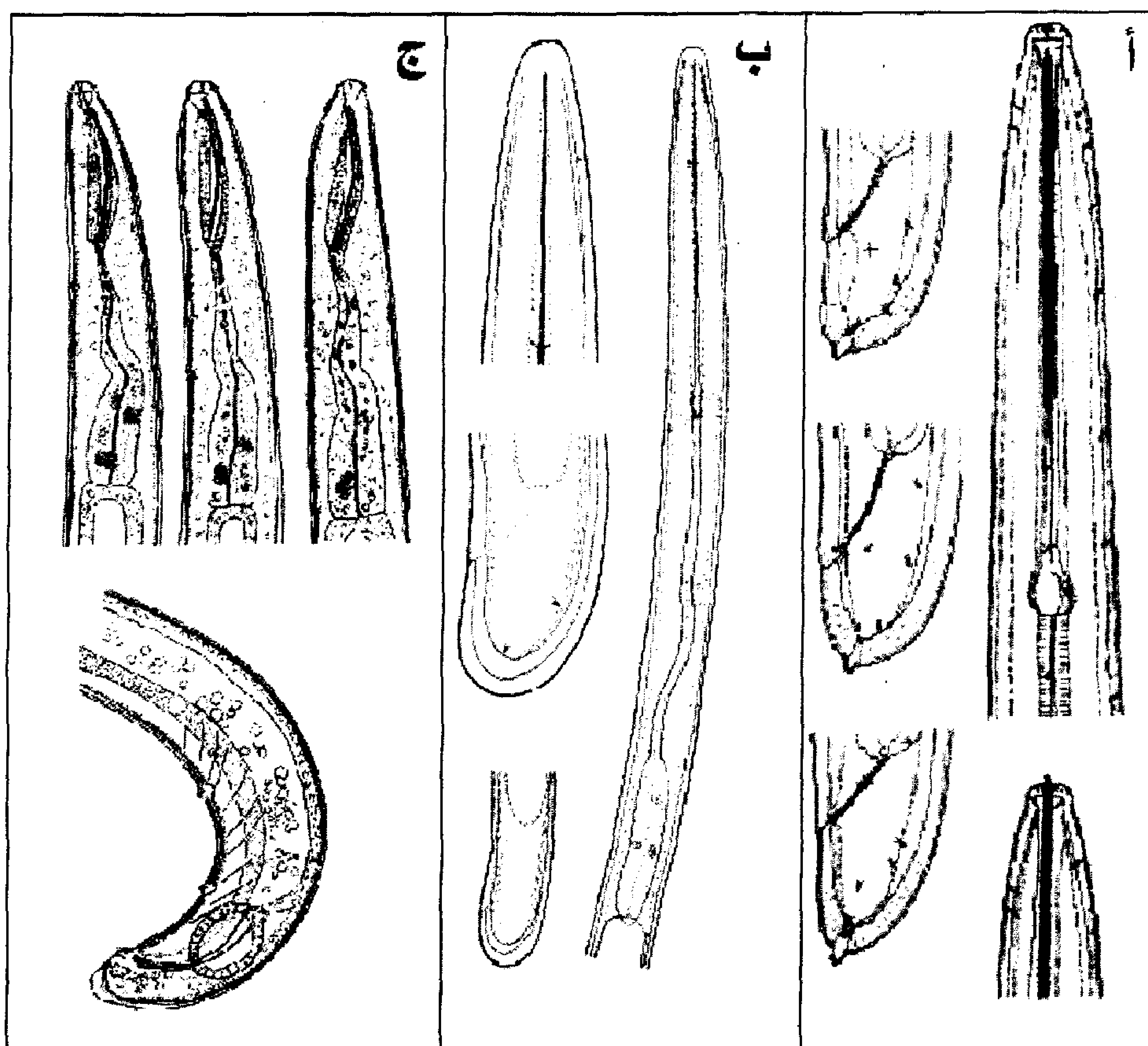
2- 5- 1. الوصف

طبقة الكيوتيكل غير مخططة. المريء قنيني الشكل. يتكون الرمح من جزئين: هما الجزء الأمامي الرفيع والجزء الخلفي العريض الذي ينتفخ في نهايته، مكوناً ثلاثة تجنحات تشبه في مظهرها العقد الرمحية (شكل 2 أ). يتكون الجزء الأمامي من الرمح Onchiostyle من خلية خاصة توجد في أحد الجدارين الجانبيين للجزء الأمامي للمريء، وعادةً ما يتجدد الجزء الأمامي من الرمح عند كل انسلاخ، كما يحيط به قرب نهايته حلقة مرشدة guiding ring تلعب دوراً في حماية الجسم من حركة الرمح الجانبية. أما الجزء الخلفي من الرمح

فينمو من تجويف الفم النهائي Telostom. للأنثى مبيضان منعكسان، ويوجد العضو Z z (organ) بين قناة المبيض والرحم أو بين الرحم والقابلة المنوية في بعض الأنواع. أما الذيل في الأنثى فهو قمعي الشكل وذو نهاية إصبعية. للذكور شوكتا سفاد ولا يوجد جسم مرشد ولا جراب تناسلي،وللكثير من الذكور أعضاء ملحقة تلعب دوراً في عملية السفاد.

2- 5- 2. الوضع التقسيمي

تتبع النيماتودا الخنجرية "تحت العائلة" Xiphinematinae في عائلة Longidoridae في رتبة Dorylaimida من طائفة Enoplea .



شكل 2: الجزء الأمامي والجزء الخلفي للنيماتودا الخنجرية *Xiphinema* (أ)عن Luc *et al.*, 1986، وللنيماتودا الابرية *Longidorus* (ب) عن Hirata, 2002، وللنيماتودا تقصف الجذور *Trichodorus* (ج) عن Roca, 1998.

2- 5- 3. الأضرار والأهمية الاقتصادية

تتلخص الأضرار الناتجة عن النيماتودا الخنجرية في ضعف نمو النباتات وتكون الانتفاخات العقدية في النهايات الطرفية للجذور، وهي تشبه إلى حد كبير العقد التي تحدثها نيماتودا تعقد الجذور. في الفول السوداني والتين والطماطم وفول الصويا ونباتات أخرى كثيرة، قد يحدث تورم في النهايات الطرفية للجذور Curly-tip galls. يصيب النوع *X. index* العنب والتين والورد مسبباً توقفاً في نمو الجذور الجانبية أو موت أنسجتها تماماً. تلعب أنواع عديدة من النيماتودا الخنجرية دوراً رئيساً في نقل الفيروسات النباتية أهمها فيروس الورقة المروحية في العنب grapevine fan leaf virus.

2- 5- 4. العوائل وأعراض الإصابة

تصيب النيماتودا الخنجرية النبات الخشبية والأشجار المثمرة خاصة العنب وبعض المحاصيل الحقلية مثل فول الصويا والذرة وبعض محاصيل الحبوب. وعادةً، تتغذى النيماتودا بالقرب من قمم الجذور مسببةً تقرحات بنية وحدوث خلايا عملاقة ودرنات مشابهة لما تحدثه نيماتودا تعقد الجذور، ويحدث توقف لنمو الجذر بعد أقل 12 ساعة من وقت بدء تغذية النيماتودا، بينما يزداد انتفاخ قمة الجذر إلى ما بعد توقف النيماتودا عن التغذية.

2- 5- 5. دورة الحياة

للنيماتودا الخنجرية دورة حياة طويلة، حيث يبلغ طول دورة حياتها من عدة شهور إلى عامين حسب توفر الظروف المناخية المناسبة.

2- 5- 6. المكافحة

قد تدوم فعالية مكافحة النيماتودا بواسطة المبخرات عدة سنوات من بدء التطبيق، لأن مجتمعات النيماتودا تزداد ببطء على العوائل النباتية. وبما أن القمح ليس عائلاً لهذا النوع أو لفيروس الورقة المروحية على العنب، فإن زراعته لعدة سنوات يمكن أن يحد من انتشار كلاً من النيماتودا والفيروسات.

2- 6. النيماتودا الإبرية

Needle nematodes (*Longidorus, Paralongidorus*)

2- 6- 1. الوصف

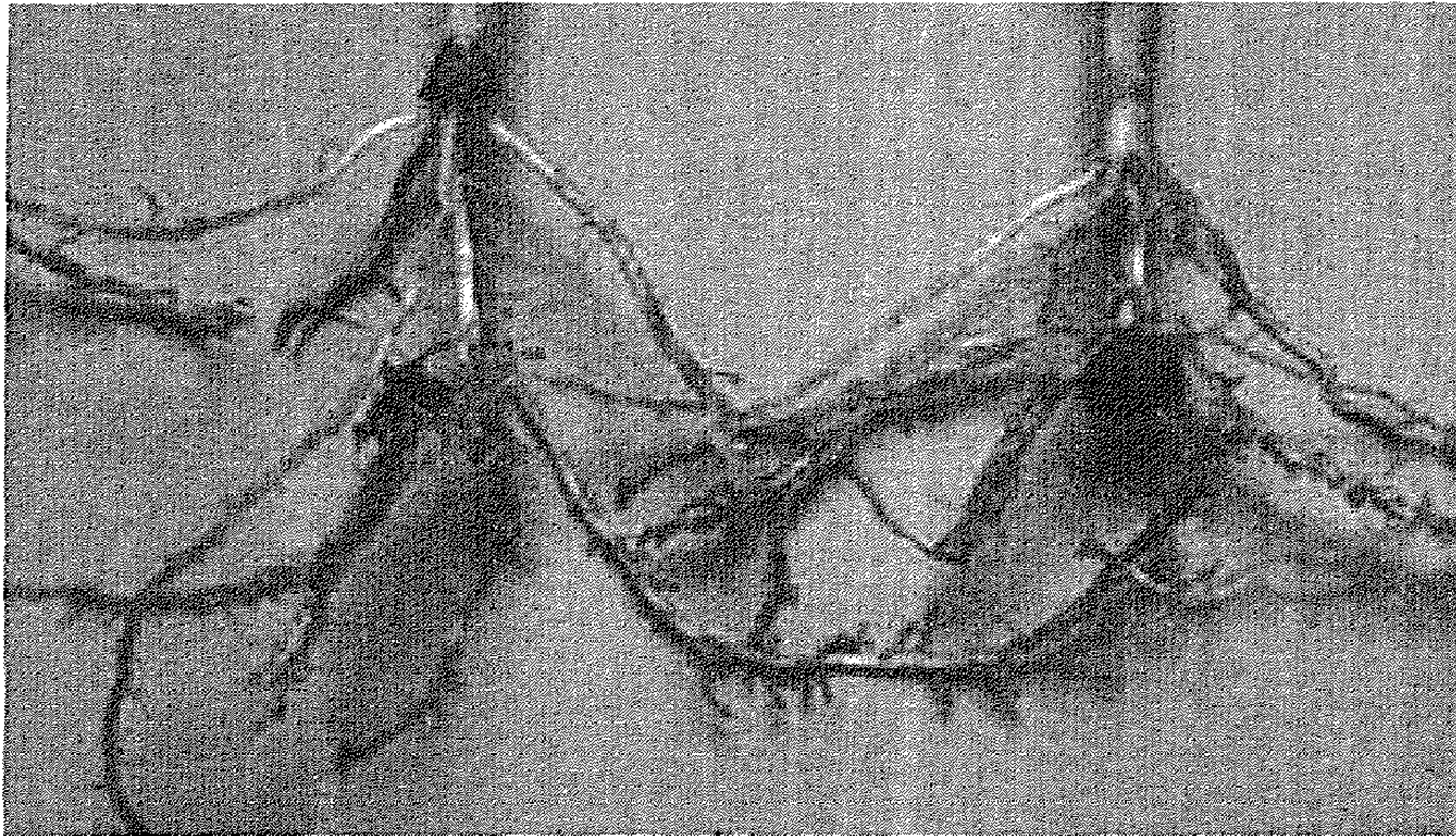
تشبه النيماتودا الإبرية النيماتودا الخنجرية، إلا أنها تختلف عنها في عدم وجود التجنحات الرمحية وفي وجود الحلقة المرشدة خلف منطقة الشفاه مباشرة (شكل 2 ب).

2- 6- 2. الوضع التقسيمي

تتبع النيماتودا الإبرية "تحت العائلة" Longidorinae في عائلة Longidoridae في رتبة Dorylaimida من طائفة Enoplea.

2- 6- 3. الأضرار والأهمية الاقتصادية

تنتشر النيماتودا الإبرية في كافة المناطق المناخية خاصةً المعتدلة، وتفضل الترب الرملية، بينما تنخفض أعداد النيماتودا في الترب الكلسية، وقد يتطفل النوع *L. elongatus* على جذور العنب محدثاً زيادة غير طبيعية في التفرعات الجذرية دون تأثر نمو المجموع الخضري، بينما في الذرة يحدث تقزم للجذور الجانبية وعدم تفرعها (شكل 3).



شكل **3**: تقزم الجذور الجانبية في الذرة بسبب إصابتها بالنيماتودا الإبرية (تصوير D. Norton).

2- 6- 4. العوائل وأعراض الإصابة

تسبب النيماتودا الإبرية أضراراً كبيرة لكثير من النباتات كالعنب والأشجار المتساقطة الأوراق والمحاصيل العلفية والنجيليات والذرة والخضراوات والبطاطا والخس والجزر والملفوف والفراولة والمراعي والغابات. تصيب النيماتودا الإبرية جذور النبات، حيث يمكنها الوصول إلى مناطق عميقة في الجذر في المراحل الأولى من التغذية وقبل أن تبدأ النيماتودا بإفراز اللعاب والتغذي لعدة ساعات، حيث يحصل تضخم لخلايا النهايات الجذرية، ثم يزداد تكاثر الأنسجة الخلوية وتحدث تضخمات ثانوية كرد فعل من قبل الخلايا الموجودة في منطقة التغذية الفعالة. تفضل هذه النيماتودا مهاجمة القمم النامية للجذور مسببةً لها التقزم وتلف في الأنسجة الميرستيمية النشيطة، وفي حالات الإصابة الشديدة تموت الجذور المغذية ويتحول المجموع الجذري إلى أعقاب صغيرة، وقد لوحظ أن بعض أنواع النيماتودا الإبرية تحث على تكوين خلايا متعددة الأنوية في نهاية الجذور، حيث لوحظ عند إجراء عدوى للفراولة بالنيماتودا *L. elongatus* حدوث انتفاخ واسوداد في الجذور ونقص في نمو النبات.

2- 6- 5. دورة الحياة

قد تدوم دورة حياة النيماتودا الإبرية أكثر من سنة، كما يمكن أن تعيش البالغات أكثر من سنة. وعادةً، تخرج يافعة الطور الأول من البيض ثم تتطور إلى المراحل الثلاث الأخرى خارجياً. والذكور نادرةُ الوجود في معظم أنواع هذه النيماتودا، لأنها غير ضرورية في عملية التكاثر البكري للنيماتودا، إلا أنه قد توجد أعداد ذات تكاثر خلطي.

2- 6- 6. المكافحة

من أهم طرق مكافحة النيماتودا الإبرية: الدورة الزراعية والمكافحة الكيماوية باستخدام مبخرات التربة قبل الزراعة.

2- 7. نيماتودا تقصف الجذور

Stubby-root nematodes (*Trichodorus*, *Paratrichodorus*)

2- 7- 1. الوصف

جسم النيماتودا قصير وسميك وذو شكل يشبه السيجار. تتميز هذه النيماتودا بعدم وجود الأعضاء الفازميدية. الرمح من الصفات المميزة لهذا النيماتودا، وهو عبارة عن سن Onchium نشأت من جدار تجويف الفم، وهي غير مجوفة وتتخذ شكل الأخدود المنحني (شكل 2 ج). الأنثى لها مبيضان بينما للذكر خصية واحدة ولا يوجد تجنحات ذيلية.

2- 7- 2. الوضع التقسيمي

تتبع نيماتودا تقصف الجذور في عائلة Trichodoridae في رتبة Triplonchida من طائفة Enoplea.

2- 7- 3. الأضرار والأهمية الاقتصادية

تتسبب تغذية نيماتودا تقصف الجذور على الجذور في وقف نمو الجذر طولياً، مما يؤدي إلى حدوث تقصف وتقزم الجذور بشدة (شكل 4)، وبالتالي يفقد المجموع الجذري قدرته على امتصاص الماء والأملاح، مما يؤدي إلى موت النبات في النهاية. وتزداد الأضرار في الترب الرملية جيدة الصرف، وتتأثر بما يطرأ من تغيرات متعاقبة في ارتفاع الماء السطحي بسبب تأثر توزيع النيماتودا الرأسي Vertical. قد تتسبب النيماتودا في حدوث خسائر اقتصادية غير مباشرة عن طريق نقلها للفيروسات المرضة للنبات مثل فيروس البقعة الحلقية الفلينية corky ring-spot virus في البطاطا.



شكل **4**: تقصف الجذور في نبات الذرة بسبب إصابتها بنيماتودا تقصف الجذور *Paratrichodorus minor* (تصوير W. T. Crow).

2- 7- 4. العوائل وأعراض الإصابة

تصيب هذه النيماتودا عدداً كبيراً من النباتات ذات الأهمية الاقتصادية مثل الذرة والبرسيم والبطاطا والبصل والطماطم وقصب السكر، كما أن لها أهمية كبرى في نقل بعض الأمراض الفيروسية للنبات. سميت هذه النيماتودا بهذا الاسم نظراً للأعراض التي تحدثها على جذور العائل المصاب بها، فهي تحدث حالة توقف نمو طولي في الجذور الثانوية وتفرعاتها، حتى تبدو وكأنها مقصفة نتيجة لموت القمم النامية للجذور المصابة، كما يصحب ذلك نقص شديد في الجذور الشعرية.

2- 7- 5. دورة الحياة

تستغرق دورة حياة نيماتودا تقصف الجذور على نبات البندوره من 21- 22 يوماً عند حرارة 22 م° و16- 17 يوماً عند درجة حرارة 30 م°، حيث يتذبذب عدد النيماتودا في الحقول المصابة بها حسب الظروف المناخية المحيطة.

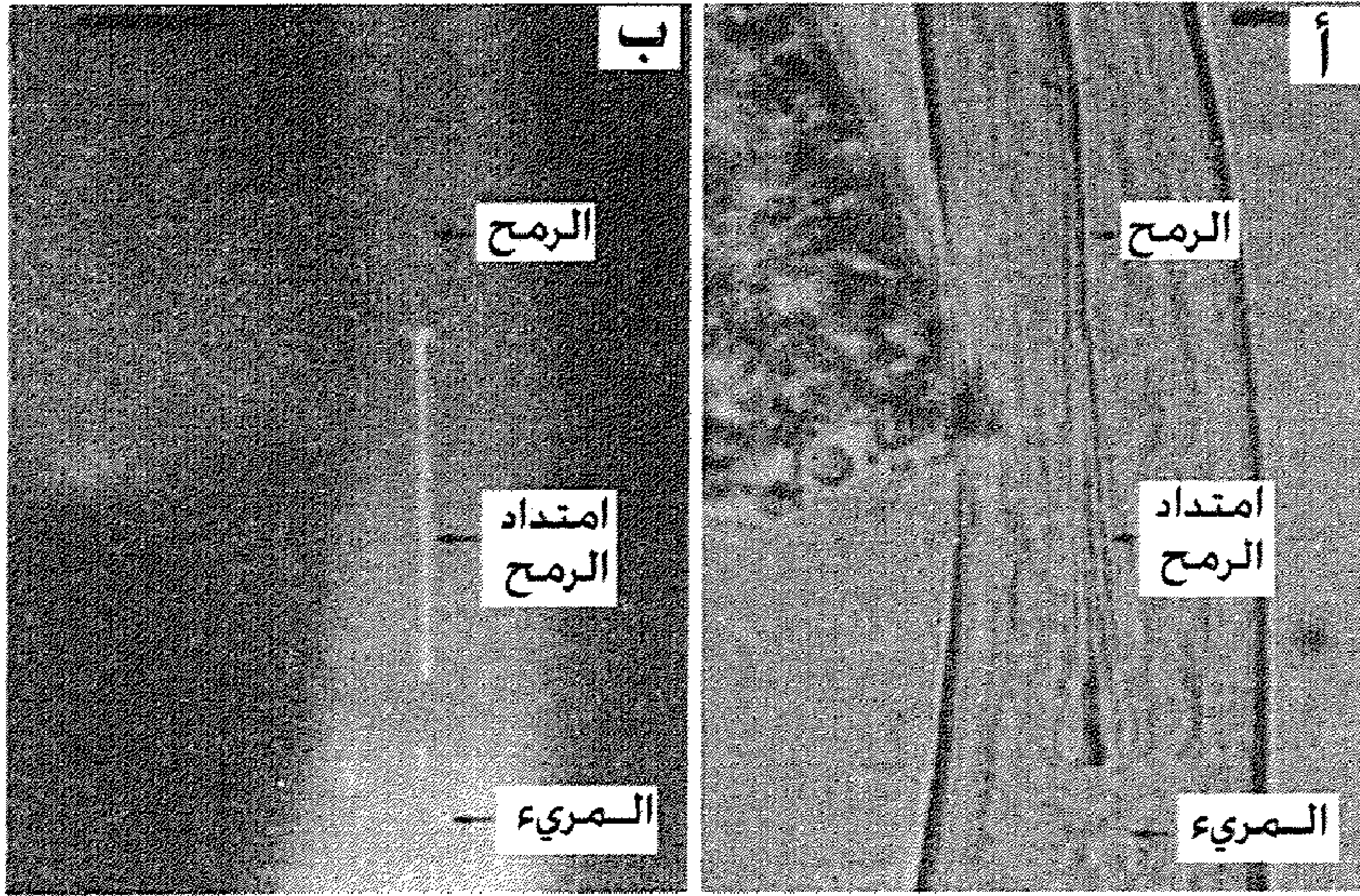
2- 7- 6. المكافحة

لعل من أهم طرق المكافحة: المكافحة الكيماوية باستخدام مبخرات التربة قبل الزراعة، وسقي منطقة جذور النبات بالمبيدات النيماتودية الجهازية، واستخدام المبيدات الجهازية المحببة في حوض الأشجار المصابة.

3. النيماتودا الناقلة للفيروسات النباتية

Nematode vectors of plant viruses

تأتي أهمية هذه المجموعة من النيماتودا من قدرتها على نقل الفيروسات النباتية بين عوائلها النباتية العديدة، هذا بالإضافة إلى أضرارها المباشرة الناتجة عن تطفلها على الجذور. إن جميع أجناس النيماتودا التي تنقل الفيروسات النباتية تنتمي إلى مجموعة النيماتودا خارجية التطفل التابعة لطائفة Adenophorea، حيث تنقل هذه النيماتودا مجموعة معينة من الفيروسات كروية الشكل تدعى بالنيبوفيروسات Nepoviruses من نبات مصاب إلى آخر سليم من خلال تلوث الجزء الأمامي للنيماتودا في مناطق الرمح وامتداد الرمح والمريء بجزيئات هذه الفيروسات (شكل 5). ولعل من أهم أجناس النيماتودا الناقلة لهذه الفيروسات: النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema*) التي تصيب القطن والعنب والتبغ والدراق والعديد من المحاصيل الزراعية، ونيماتودا تقصف الجذور (*Trichodorus* and *Paratrichodorus*) التي تصيب القطن والشوندر السكري والذرة واللوبياء والفاصولياء والبندوره والبصل والدراق وغيره، والنيماتودا الإبرية (*Longidorus and Paralongidorus*). إنّ وجود بعض أنواع النيماتودا الناقلة للفيروسات النباتية مثل *Trichodorus* في مصر والأردن وليبيا والسعودية؛ و *Paratrichodorus* في مصر والأردن ؛ و *Longidorus* في مصر والعراق والأردن وليبيا والسعودية؛ و *Paralongidorus* في مصر، يؤكد أهمية إنشاء برامج تعاضدية لمكافحة النيماتودا نفسها ولحماية النباتات من الإصابة بالأمراض الفيروسية (أبو غربية والعزة، 2004).



شكل 5: الجزء الأمامي من النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema americanum*) تظهر فيه جزيئات فيروس تبقع التبغ الحلقي منتشرة في مناطق الرمح وامتداد الرمح والمريء تحت تصوير التلألؤ fluorescence (أ)، وتحت الأشعة فوق البنفسجية (ب) (تصوير Wang and Gergerich).

4. انتشار أنواع النيماتودا خارجية التطفل في البلدان العربية
Occurrence and distribution in the Arab countries

4- 1. في مصر

في دراسة بيئية (El-Shafae *et al.*,1974) بهدف تحديد أكثر أنواع النيماتودا ارتباطاً بالتدهور الكبير في إنتاج محصول الذرة في مصر، وجد أن نوع النيماتودا الرمحية *Hoplolaimus aegypti* شكلت أعلى نسبة للنيماتودا المتطفلة على جذور الذرة، حيث كانت درجة الإصابة في الأصناف المستوردة من السلالات والهجن أعلى منها في الأصناف المفتوحة التلقيح والسلالات المحلية. كما تبين أن أعلى نشاط للنيماتودا كان في شهر آب، واستمرت على هذا المستوى حتى تشرين أول. كما أن البرسيم المسقاوي شجع على زيادة أعداد النيماتودا على الذرة، وتحت ظروف الحقل، تبين تكاثر النيماتودا على السلالات المحلية والمستوردة بمعدلات متفاوتة، بمعنى أن السلالات المحلية (بهتيم 11 و 26 و 42 و

51)، والسلالات المستوردة (كنساس 55 وكنتكي 21 وتكساس 34) كانت أقل السلالات إصابة، في حين أن باقي السلالات قد تكاثرت عليها النيماتودا بمعدلات عالية وصلت إلى ما يقرب مائة مرة.

تعتبر أنواع النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus. aegyptiensis, H. agricola, H. babikeri, H. cavenses, H. dihystera, H. dihysteroides, H. exallus, H. erythrinae, H. hydrophilus, H. mangiferensis, H. microcephalus, H. microlobus, H. multicinctus, H. pseudorobustus*) ونيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus besselatus, T. brassicae, T. capitatus, T. clarus , T. clavicaudatus, T. cylindricus, T. dubius, T. goffarti, T. kegenicus, T. latus, T. martini, T. microdorus, T. nothus, T. phaseoli*) والنيماتودا الخنجرية (*Xiphinema americanum, X. arenarium, X. diversicaudatum, X. elongatum, X. ensiculiferum, X. hygrophilum, X. imitator, X. incognitum, X. index, X. insigne, X. ismailiensis, X. lamberti, X. santos, X. simillimum*) من العوامل المحددة لإنتاج المحصول في مصر (Oteifa and Tarjan, 1965؛ Oteifa, 1987؛ Ibrahim *et al.*, 1988؛ Ibrahim, 1990؛ Eissa *et al.*, 2003a and e). كان من أكثر النيماتودا خارجية التطفل انتشاراً – النيماتودا الحلزونية والتقزم والحلقية (*Criconemella*) خاصة في محافظة الإسكندرية، وسُجل نوع النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema ensiculifarum*) لأول مرة على نخيل التمر في محافظة البحيرة، بينما وجد النوع (*X. basilgoodeys*) على نباتات نخيل الزينة، ووجد نوع نيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus ebriensis*) لأول مرة بالإضافة للأنواع الأخرى (*T. clarus* و *T. goffarti*) في شمال غرب مصر (Ibrahim *et al.*, 2000).

ومن خلال حصر شامل (Moussa *et al.*, 1982) للنيماتودا المرتبطة بالقرعيات (شهد العسل والخيار والقرع العسلي والقثاء والكوسة والشمام والبطيخ) التي تكثر زراعتها بمنطقة الساحل الشمالي من مصر، تبين وجود عشرة أجناس نيماتودية مصاحبة لتلك العوائل، حيث وجدت النيماتودا الرمحية بأعداد قليلة بالمقارنة بنيماتودا التقزم وتعقد الجذور التي كانت الأكثر انتشاراً. كما تم حصر النيماتودا الرمحية *Hoplolaimus*،

ونيمـاتودا التقـزم *Tylenchorhynchus* المتطفلـة والمـصاحبة لنبـات بنجـر الـسكر(Abd-Massih *et al.*, 1988) في مناطق الحامول وغرب النوبارية والجيزة في مصر، وتبين وجود ثمانية أجناس من النيماتودا تختلف كثافتها باختلاف المناطق، حيث وجدت بكثافة عالية في غرب النوباريـة يليها منطقة الحامول بمقارنـة المنـاطق الأخـرى. كما تم تسجيل 11 جنساً نيماتودياً مرتبطة بالعنب (Moussa *et al.*, 1983) في أهم خمس محافظات تزرع العنب في مصر، وهي البحيرة والمنوفية والفيوم والمنيا والجيزة. وكانت نيماتودا التقزم الأكثر شيوعاً كخارجية التطفل، كما أن أصناف العنب البناتي، الرومي الأحمر، الرومي الأبيض، ليفكاس، كابرينـة، ايطاليـا، الفيـومي هـي الأكثـر في تشجيع وزيـادة أعـداد النيمـاتودا. عـلاوة علـى أن محافظات البحيرة والمنوفية زادت فيها كثافة النيماتودا عن محافظات الفيوم والمنيا والجيزة. وكانـت جميـع أنـواع الأراضـي تتـصف بكثافـة النيمـاتودا العاليـة دون تمييـز. وتم حـصر وتعريـف النيمـاتودا المتطفلـة نباتيـاً الـتي توجـود في حقـول الـذرة الشامية وفـول الـصويا في محافظات الوجه البحـري ومـصر الوسطى (Moussa *et al.*, 1987-1988). فتم تسجيل سبعة أجناس طفيلية هامة في حقـول الـذرة وتسعة في حقـول فـول الـصويا، وتـبين أن نـسبة وجـود هـا وانتـشارها وكثافتهـا العدديـة تختلـف تبعـاً للمحـصول والمنطقـة، وأن الأجنـاس: *Heterodera* و *Meloidogyne* و *Hoplolaimus* و *Pratylenchus* و *Tylenchorhynchus* كانـت الأكثـر وجـوداً وكثافـةً في حقـول الـذرة الـشامية، بينمـا كانـت الأجناس *Helicotylenchus* و *Meloidogyne* و *Rotylenchulus* و *Tylenchorhynchus* سائدةً في حقول فول الصويا. كما تبين وجود العديد من الأجنـاس الـضارة اقتصادياً ومن أهمهـا النيمـاتودا الحلقيـة علـى زراعـات العنب في أراضـي الاسـتصلاح الحديثـة (جناكليس – شمـال التحريـر)، وقـد تباينـت أعـدادها وكـذلك معـدل تكـرار ظهورهـا بـاختلاف المنـاطق المختلفة لمنطقة جناكليس بشمال التحرير (Osman and Hendy,1988). وفي دراسـة أخـرى (Aboul-Eid and Ameen,1991)، أظهـر حـصر النيمـاتودا علـى أصـناف المـوز المغربـي وبراديكا والهندي وسناري وموسكات والبلدي، أن النيمـاتودا الحلقيـة والنيمـاتودا الرمحيـة وكذلك نيماتودا التقزم وجدت متطفلة بكثافات متنوعة.

وفي دراسة أخرى (Ismail and Yassin,1992)، تبين أن نيماتودا التقزم هي من أهم أجناس النيماتودا المصاحبة لجذور أشجار الجوافة، وكان لحرارة التربة أثر كبير على تذبذب أعدادها، فسجلت كثافة عالية في فصول الصيف والربيع دون فصول الخريف والشتاء، علاوة على وجود فترتين على الأقل تزداد فيها الأعداد، ولكن كلها محصورة في فترة نمو الأشجار (آذار- تشرين ثاني)، حيث تسود حرارة التربة المرتفعة، مع ملاحظة الانخفاض في الأعداد خلال الشتاء. وأن هذه التغيرات الموسمية تعزى أساساً إلى التغيرات في حرارة التربة. كما تم القيام بحصر بعض أجناس النيماتودا خارجية التطفل كالنيماتودا الرمحية ونيماتودا التقزم والأجناس الأخرى بأراضي الأرز المروية في مصر(Eissa *et al.*, 1992) في محافظات البحيرة والدقهلية ودمياط والفيوم والغربية وكفر الشيخ والشرقية، وتبين وجود النيماتودا الرمحية ونيماتودا التقزم مصاحبة مع 11 جنساً من النيماتودا، وجاءت النيماتودا الأولى بالمرتبة السادسة والنيماتودا الثانية بالمرتبة الثالثة بين الأجناس الأخرى. وتحت ظروف حدائق قصر المنيل وحديقة الأورمان وحديقة الزهرية تم معرفة كثافة نيماتودا التقزم التي تصيب أنواع عديدة من نخيل الزينة (Ismail and Eissa,1993)، حيث تبين وجود عشرة أجناس نيماتودا مرتبطة بالأنواع المختلفة لنخيل الزينة. وأن نيماتودا التقزم كانت سائدة ومنتشرة بنسبة عالية مع تباين أنواع النخيل تبعاً لشدة الإصابة بالنيماتودا. وتحت ظروف أربع حدائق نباتية (حديقة المتحف الزراعي وحديقة قصر المنيل وحديقة الأورمان وحديقة الحيوان) وتم معرفة كثافة نيماتودا التقزم المرتبطة بعديد من النباتات الشوكية والعصارية (Ismail and Amin,1997)، فتبين وجود عشرة أجناس نيماتودية مرتبطة بتلك النباتات. وأن نيماتودا التقزم كانت سائدة ومنتشرة بنسبة مرتفعة، علاوةً على تباين أنواع النباتات الشوكية والعصارية تبعاً لشدة الإصابة بهذا الجنس.

تحت ظروف الحقل (Ameen and Hasabo,1994)، درست التذبذبات الموسمية للنيماتودا الرمحية على التين الشوكي (عمر 20 سنة) في محافظة الجيزة لمدة سنة كاملة، حيث تبين أن هناك 13 جنساً من النيماتودا مصاحبةً لجذور التين، وأن النيماتودا الرمحية كانت أكثر الأجناس وجوداً على مدار السنة، وارتبط وجود هذه الأجناس وأعدادها ارتباطاً عكسياً بدرجة حرارة التربة طوال فترة الدراسة.

وفي دراسة (Ismail,1997) أجريت في خمس محافظات في الوجه البحري المصري (الدقهلية ودمياط والمنوفية والقليوبية والشرقية) وست محافظات في جنوب وادي النيل (أسوان وبني سويف والجيزة والوادي الجديد وقنا و سوهاج)، درس توزيع النيماتودا الرمحية ونيماتودا التقزم على قصب السكر، حيث تبين أن النيماتودا الأولى كانت موجودة بمستويات منخفضة وليست سائدة، بينما نيماتودا التقزم كانت موجودة بمستويات مرتفعة، وأن أعداد النيماتودا عموماً بمحافظات جنوب وادي النيل كانت أقل عما وجدت فيه في محافظات دلتا النيل.

كما تمت دراسة التوزيع الرأسي والأفقي للنيماتودا الحلقية (*Criconemoides* spp.) والنيماتودا الرمحية (*Hoplolaimus*) الموجودة في التربة وعلى جذور الموز تحت نظام الري بالغمر (Eissa *et al.*, 2003d)، حيث أوضحت الدراسة أن أعلى تعداد النيماتودا كان على بعد صفر إلى 30 سم أسفل سطح التربة وعلى بعد أفقي يبلغ صفر إلى 40 سم من الساق الكاذبة للنبات. وقد ارتبط وجود النيماتودا طردياً مع نمو وتوزيع الجذور المغذية للنبات، ولذلك تعد هذه الأماكن هي الأفضل لأخذ العينات النيماتودية.

4- 2. في الأردن

أوضحت دراسات الحصر (Hashim, 1979؛ Hashim, 1983a,b؛ Mamluk *et al.*, 1984؛ Yousef and Jacob, 1994) التي أجريت في الأردن وجود عشرة أنواع من النيماتودا الحلزونية على عدة محاصيل حقلية وخضر وأشجار مثمرة وحرجية ونباتات زينة، وهي *Helicotylenchus digonicus*، و *H. abunaami*، و *H. dihystera*، و *H. minzi*، و *H. multicinctus*، و *H. pseudorobustus*، *H. pteracercus*، و *H. truncatus*، و *H. tunisiensis*، و *H. varicaudatus*، ووجد نوعين من النيماتودا الرمحية، حيث وجد *Hoplolaimus columbus* على الحمضيات والموز، بينما وجد *H. seinhorsti* على البندوره (الطماطم) في منطقة الأغوار (Yousef and Jacob, 1994). أما النيماتودا الإبرية، فقد وجدت الأنواع *Longidorus africanus*، و *L. laevicapitatus*، و *L. vineacola*، و *L. siddiqi* على عدة نباتات اقتصادية (Mamluk *et al.*, 1984؛ Abu-

(Gharbieh, 1987). أما نيماتودا تقصف الجذور، فوجدت عدة أنواع منها، شملت *Paratrichodorus minor* على الليمون والعنب، و *P. tunisiensis* على الرمان (Mamluk *et al.*, 1984 ؛Hashim, 1983b)، بينما وجدت النيماتودا *Tirchodorus sparsus* على الحمضيات والفاصولياء (Mamluk *et al.*, 1984 ؛Hashim, 1983b). ووجدت أنواع عديدة من نيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus* spp.) شملت *T. clarus* و *T. delbiensis* و *T. dubius* و *T. goffarti* و *T. latus* و *T. parvus* و *T. ventrosignatus* على عدة محاصيل خضر وحقلية (Mamluk *et al.*, 1984؛ Abu-Gharbieh, 1987 ؛Yousef and Jacob, 1994). بينما وجدت عدة أنواع من النيماتودا الخنجرية شملت *Xiphinema index* و *X. ingens* و *X. pachtaicum* و *X. simillimum* و *X. vuittenezi* على عدة أشجار مثمرة ومحاصيل خضر وحقلية ونباتات زينة (Hashim, 1983a ؛Mamluk *et al.*, 1984). ووجدت النيماتودا الحلقية (*Criconemella antipolitana*) على الرمان، والنوع *C. xenoplax* على الرمان والزيتون (Hashim, 1983a,b)، بينما وجدت النيماتودا الأخرى *Criconemoides informis* على الزيتون والعنب (Mamluk *et al.*, 1984 ؛Hashim, 1983a).

4- 3. في السودان

في دراسة حصرية (Yassin *et al.*, 1970) أجريت في السودان، تبين وجود عدة أنواع من النيماتودا الإبرية (*L. laevicaptitus*، و *L. bervicaudatus* و *Longidorus africanus*)، والنيماتودا الخنجرية (*X. simillimum* و *Xiphinema basri*) منتشرة في منطقة الجزيرة في الترب الطينية والسلتية النهرية بأعداد قليلة. وفي دراسات أخرى على النيماتودا الإبرية (*Longidorus elongatus*)، وجدت في السودان عدة أنواع من النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus*) وهي *H. abunaamin* و *H. conicephalus* (Siddiqi, 1972) و *H. digonicus, H. dihystera, H. egyptiensis, H. exallus, multicinctus* and *H. varicaudatus* (Decker *et al.*, 1980)، وفي دراسة أخرى

(Zeidan and Geraert, 1990) تم تسجيل النوعين *H. digitatus* و *H. microcephalus*.

4- 4. في اليمن

وجدت نيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus* spp.) على الفلفل والتبغ والبندوره والحمضيات، ووجدت النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus* spp.) على العنب، ووجدت النيماتودا الإبرية (*Longidorus* spp.) على الحمضيات والتين (Abu-Gharbieh, 1983).

4- 5. في العراق

وجدت النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus dihystera*) على نبات قصب السكر (Allow and Katcho, 1967)، والنوع *H. pseudorobustus* على العنب (Stephan *et al.*, 1985). ووجد كلّ من النيماتودا الإبرية (*Longidorus sylphus*) ونيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus* spp.) على قصب السكر (Allow and Katcho, 1967)، ووجدت النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema index*) على العنب (Stephan *et al.*, 1985).

4- 6. في سلطنة عمان

دلت نتائج دراسة حصر (Mani and Al-Hinai, 1996) في منطقة الشمال لسلطنة عمان على وجود 13 جنساً من النيماتودا المتطفلة على النبات في منطقة الظاهرة والجبل الأخضر، و14 جنساً من المنطقة الشرقية ارتبطت بمحاصيل الخضار، الفاكهة والمحاصيل الحقلية. ومن أهم أنواع النيماتودا خارجية التطفل التي سجلت على المحاصيل هي النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus multicinctus* ، بالإضافة إلى النيماتودا *H. carolinensis* التي سجلت في الجبل الأخضر. وتم تسجيل وجود النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema guirani*) في محافظة ظفار، و *H. multicinctus*، ونيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus clarus* و *T. striatus*) على البرسيم والبصل في محافظة مسندم. وفي دراسة حديثة (Mani *et al.*, 2005)، تم تسجيل النيماتودا الحلزونية

Helicotylenchus digonicus للمـرة الأولى في عمـان والنيمـاتودا الحلزونيـة الأخـرى *Rotylenchulus anamictus* للمرة الأولى في عمان وشبه الجزيرة العربية ككل على أشـجار النخيل في بعض مناطق زراعة النخيل.

4- 7. في ليبيا

وجـدت النيمـاتودا الحلزونيـة (*H. dihystera*) علـى الزيتـون (Edongali, 1989)، والنيمـاتودا الرمحية *Hoplolaimus indicus* علـى الحمضيات، ونيماتودا تقصف الجذور (*Trichodorus* spp.) على الحمضيات (Edongali and El-Majberi, 1988). بينما وجدت نيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus clarus*) على الزيتون (Edongali, 1989)، والنيماتودا الخنجرية *Xiphinema taliae* على الحمضيات والزيتون واللوزيات Siddiqi (Edongali, 1989; Edongali and El-Majberi, 1988; and Khan, 1986). ووجد النـوع *X. pachtaicum* علـى الزيتـون، والنيمـاتودا الحلقيـة (*Criconemella* spp.) علـى الحمضيات (Edongali and El-Majberi, 1988).

4- 8. في تونس

وجدت النـيماتودا الخنجرية *Xiphinema pachtaicum* على الزيتون (Bostrom, 1985)، بينما لم يتم تسجيل وجود أي نوع آخر من النيماتودا خارجية التطفل.

4- 9. في سوريا

وجـدت النيمـاتودا الحلزونيـة (*H. dihystera*) علـى عـدة نباتـات اقتـصادية (Al-Ahmed,1987)، والنيمـاتودا *H. varicaudatus* علـى اللوزيـات والزيتـون (Lamberti,1984). ووجدت نيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus* spp.) على محاصيل البقول (Sauerborn and Saxena, 1987; Lamberti, 1984)، والنيمـاتودا الخنجرية (*Xiphinema index*) علـى نبـات الـتين، بينمـا وجـد النوعـان (*X. Italiae* و *X. pachtaicum*) على عدة نباتات اقتصـادية (Lamberti, 1984).

4- 10. في السعودية

تم تسجيل وجود النيماتودا الإبرية (*Longidorus*) في الجزء الأوسط من السعودية (Abdou, 1972). وفي دراسات أخرى (اليحيى، 1998؛ اليحيى وآخرون ، 2005؛ اليحيى، 2006)، تم جمع 87 عينة من تربة وجذور أشجار الفاكهة صاحبها 17 جنساً من أجناس النيماتودية المختلفة. وتراوح عدد الأجناس النيماتودية المصاحبة للنوع الواحد من الأشجار من ثلاثة أجناس نيماتوديه، وكانت الكثافة المنخفضة (14 نيماتودا/ 250سم^3 تربة) لنيماتودا تقصف الجذور *Trichodorus* على الجوافة، بينما كانت النيماتودا الأبرية *Longidorus* أقلها تميزاً (18.2). توجد عدة أنواع من النيماتودا الإبرية وهي *L. africanus* على بعض المحاصيل الخضرية والحقلية، ونيماتودا *L. siddiqi* على بعض الأشجار المثمرة (Al-Hazmi *et al.*, 1995). ووجدت النيماتودا الواخزة *Belonolaimus longicaudatus* في السعودية فقط، ويعود سبب وجودها في السعودية دون سائر الدول العربية الأخرى ربما إلى الظروف البيئية المناسبة من المناخ والتربة الرملية، أو لاحتمال دخولها إلى السعودية مع المواد الزراعية المستوردة من السهول الساحلية للمناطق الجنوبية للولايات المتحدة الأمريكية (Al-Hazmi *et al.*, 1983). ووجدت النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus dihystera* على الحمضيات والنخيل والبندوره والبرسيم (Al-Hazmi *et al.*, 1983؛ Al-Hazmi *et al.*, 1995). ووجدت النيماتودا الرمحية *Hoplolaimus* spp. على العنب والحمضيات (Al-Hazmi *et al.*, 1995). ووجدت نيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus* spp.) على البصل (Al-Yahya, 1999). ووجدت النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema americanum*) على الموز وبعض المحاصيل الحقلية، بينما وجدت *X. index* على التين والنخيل والرمان (Al-Hazmi *et al.*, 1995).

4- 11. في لبنان

أظهر المسح الحقلي انتشار أجناس النيماتودا خارجية التطفل خاصة نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* والنيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus* والنيماتودا الخنجرية *Xiphinema*، بينما وجدت بعض الأجناس الأخرى في عينة لوز واحدة مثل النيماتودا

الحلقية *Criconemoides* في منطقة دمور في جنوب بيروت ونيماتودا تقصف الجذور *Trichodorus*، والنيماتودا الإبرية *Longidorus* في عينة زيتون من المنطقة نفسها (Taylor *et al.*, 1972).

5. إمراضية النيماتودا خارجية التطفل Pathology

في مصر، تبين أن أصناف القطن دندرة وجيزة 72 ومنوفي وأشمون وجيزة 66 وجيزة 45 كانت قابلة للإصابة بنيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus clarus* نظراً لقدرتها على التكاثر مع ظهور أعراض التقزم على النباتات بالمقارنة بالشاهد، وأن الصنفين جيزة 72 ودندرة كانا أكثرها ملاءمة لتكاثر النيماتودا وأكثرها تأثراً بالإصابة، بينما أصناف منوفي وأشمون وجيزة 66 كانت إصابتها متوسطة، في حين كان الصنف جيزة 45 أقلها تأثراً بمعنى قلة تكاثر النيماتودا عليه (Kheir *et al.*, 1977b). كما تم دراسة سبعة مستويات عدوى من النيماتودا الرمحية *Hoplolaimus aegypti* على نمو الكتان وتكاثر النيماتودا تحت ظروف الصوبة في مصر (Koura, 1981)، وتبين أن الوزن الكلي الرطب للمحصول وعدد الكبسولات وعدد الأفرع القاعدية وارتفاع النبات قد تأثرت نتيجة الإصابة بالنيماتودا، كما تبين زيادة أعداد النيماتودا تحت جميع المستويات ولكن بزيادة مستوى العدوى الأولى نقص معدل التكاثر، كما تبين في دراسة أخرى (Koura and Osman,1984) من خلال تجربتين تم فيهما زراعة الفول السوداني جيزة 4 والسمسم صنف جيزة 25 لدراسة مستويات مختلفة من العدوى بالنيماتودا الرمحية *Hoplolaimus columbus* (100- 200 -300 -400 -600 -800 1000 فرداً من نيماتودا) فتبين أن المستويات المختلفة من العدوى أحدثت انخفاضاً معنوياً في وزن القرون الجافة وعدد القرون ووزن الجذور وطول النبات للفول السوداني، كذلك أحدثت انخفاضاً معنوياً في وزن المجموع الخضري الكلي – محصول القرون الجافة وعدد القرون وطول النبات لنبات السمسم، علاوة على أن المستوى 800 فرد /أصيص تسبب في خفض محصول القرون الجافة للفول السوداني بنسبة 50٪، في حين أن المستوى 300 فرد /أصيص تسبب في خفض محصول القرون لبذور السمسم بنفس النسبة.

وتحت ظروف الصوبة وجد أن الصنفين كاتلر وفورست لفول الصويا كانا أكثر الأصناف ملاءمة لتكاثر نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus microdorus*، في حين أن الصنفين هاري سوي ولي عدّا منيعين، حيث لم تستطع النيماتودا التكاثر عليهما، بينما الصنفان كلاند ويليميز كانا متوسطين في الإصابة، في حين كان الصنف كلارك قابل للإصابة. وحدث نقص ملحوظ في نمو النبات وفقاً لدرجة الإصابة، حيث نقص نمو الصنف كاتلر (شديد الإصابة) بشدة نتيجة إصابته الشديدة بالنيماتودا (Osman *et al*., 1984a). وتحت ظروف الصوبة، تمت دراسة تأثير النيماتودا الرمحية *Hoplolaimus columbus* على المحتوى المعدني ونسبة الزيت في بعض المحاصيل الزيتية مثل الكتان والقرطم والسمسم وفول الصويا وعباد الشمس والفول السوداني والذرة (Koura *et al*.,1986). وتبين أن النيماتودا سببت نقصاً في محصولها وأن الكتان والقطن ودوار الشمس والسمسم والقرطم أكثرها تأثراً في حين الذرة كانت أقلها تأثراً، كما تبين أن الإصابة أدت إلى نقص واضح في نسبة الزيت في جميع النباتات عدا نبات دوار الشمس الذي ازدادت فيه نسبة الزيت، كما انخفض تركيز الزنك والحديد في جميع النباتات مقارنةً بالشاهد عدا القطن والذرة اللذين أظهرا زيادةً طفيفة في مستوى الحديد.

تم تقييم المكونات المحصولية لعدد 26 صنفاً و سلالة من القمح (Abd-Elgawad and Saad, 1989)، فوجد أن 13 صنفاً وسلالة ذات نضج مبكر، وكان الصنف جيزة 157 أفضلها من حيث طول ووزن النبات وعدد الحبوب/ سنبلة ووزن الحبوب/ نبات ومعامل الحبوب وخصوبة السنبلة، في حين كان الصنف شام 2 أفضلها بالنسبة لطول السنبلة وعدد السنيبلات/ سنبلة، وتبعاً لمعدل تكاثر النيماتودا، تبين أن الأصناف جيري 69 وفلورنس واورر وسناتور كاهلي وجيزة 157 وماريو وهلتري كانت مقاومة للنيماتودا، حيث كانت الأعداد النهائية للنيماتودا أقل من الابتدائية مما أوصى بإدخالها في برامج تربية القمح .

وتقدر الخسائر الاقتصادية بسبب النيماتودا في المنطقة الشرقية من مصر بـ 10٪ من الإنتاج الزراعي، حيث ازدادت المشاكل الناتجة عن النيماتودا بسبب توفر الظروف البيئية الملائمة التي تساعد على سرعة التكاثر للأنواع النيماتودية، لذا يعد استخدام العمليات

الزراعية المناسبة، والدورة الزراعية، مقاومة النبات أو التحمل، ومبيدات النيماتودا الحيوية، والتعريف الصحيح والدقيق للنيماتودا من أهم أدوات تحسين الإنتاج كمكونات ملائمة في برنامج إدارة ومكافحة النيماتودا (Oteifa, 1992).

وفي دراسة أخرى (Ismail, 1998)، وجد ترابط معنوي بين 12 جنساً من النيماتودا المتطفلة على نبات القشدة (*Annona squamosa*) في المحيط الجذري للنبات، شملت عدة أجناس من النيماتودا خارجية التطفل كالنيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus*)، والحلقية (*Criconemoides*) والإبرية (*Longidorus*)، والتقزم (*Tylenchorhynchus*)، وتقصف الجذور (*Trichodorus*)، والخنجرية (*Xiphinema*) ، بينما أمتد وجود النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus exallus*) والتقزم (*Tylenchorhynchus* sp.) على طول العام، وكانت أعلى كثافة عددية للنيماتودا في شهري آب وأيلول، وارتبطت طردياً مع درجة حرارة التربة التي تراوحت ما بين 27- 29م. كما أظهرت مقاطع تشريحية عرضية وطولية في جذور موز مصابة بالنيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus dihystera*) وجود بقع بنية صغيرة حول منطقة الاختراق في طبقة القشرة، مما أدى إلى حدوث ضرر معنوي في الجدر الخلوية (Eissa *et al*., 2003b).

كما وجدت علاقة طردية بين مستوى الأعداد الابتدائية للنيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus dihystera*) على الموز صنف وليمز ومستوى الأعداد النهائية، بينما كانت العلاقة سلبية مع نمو النبات (Eissa *et al*., 2003c).

6. بيولوجية (إحيائية) النيماتودا خارجية التطفل Biology

في دراسة (Yassin, 1969)، تم فحص مجموعة مؤلفة من واحد وثلاثين عائلاً نباتياً تنتمي إلى 11 عائلة نباتية كعوائل مناسبة للنيماتودا الإبرية (*Longidorus elongatus*)، أظهرت النتائج أن الفراولة (*Fragaria vesca*) كانت من أفضل العوائل للنيماتودا ثم البندوره والشيلم والنعناع والبتونية والعليق الأسود وعشبة chickweed، مما شجع الباحث على استخدام نبات الفراولة في دراسة حياة النيماتودا، حيث كانت مدة فقس البيض من 9- 12 يوماً. وبلغت نسبة التضاعف لأعداد النيماتودا 20 ضعفاً خلال المدة

من 4- 6 شهور، وهذه النسبة كانت أقل من مثيلتها في النيماتودا الخنجرية (*Xiphinema index*) على التين التي زادت عن 1000 ضعف خلال الفترة الزمنية نفسها. ويعود سبب انخفاض نسبة التضاعف في النيماتودا الإبرية إلى انخفاض معدل التكاثر (بيضة/ أسبوع) وإلى قصر دورة الحياة (19 أسبوعاً). وعلى الرغم من ذلك، فإن قدرة الإناث على التكاثر استمرت مدة زمنية طويلة بسبب طول فترة بقائها في التربة. كما وجد أن الكثافة العددية لنيماتودا التقزم تميل إلى الانخفاض في التربة الرملية والرملية الطميية، بينما زادت أعدادها في التربة الطينية الطميية. كذلك وجد تأثر نمو نبات القطن بشدة في التربة الرملية والتربة الطميية الرملية والملوثة بالنيماتودا التقزم بالمقارنة بباقي أنواع التربة (Kheir *et al*., 1977 a and b).

وفي دراسة أخرى (Koura, 1984) تم اختبار 11 صنفاً من القطن لمعرفة درجة أصابتها بالنيماتودا الرمحية تحت ظروف الصوبة. تبين أن الصنف جيزة 75 يتحمل الإصابة ، وأن الأصناف جيزة 77 وجيزة 70 وجيزة 68 وجيزة 67 وجيزة 66 وجيزة 45 ودندرة تعد قليلة الإصابة، بينما الأصناف أشموني وجيزة 76 قابلة للإصابة، في حين كان الصنف 69 شديد الإصابة، وانعكس ذلك في الانخفاض في الوزن الكلي للنباتات والمحصول. كما وجد Abd-Elgawad (1989) أن الفاصولياء تصاب بأعداد مرتفعة من نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus clarus* عند تحميلها مع الذرة، بالمقارنة عند زراعتها منفردة، لكن هذه الاختلافات ليست معنوية. كما وجد أن النسبة الجنسية Sex ratio أشارت إلى زيادة عدد إناث نيماتودا التقزم عند تحميل الفاصولياء. أيضًا، وتبين زيادة أعداد نيماتودا التقرح عند التحميل مع الذرة، مما يدل على ملاءمة الذرة لتلك النيماتودا في الحقل .

وفي دراسة أخرى (Ismail and Yassin, 1992) أتضح أن النيماتودا الحلقية والرمحية والحلزونية ونيماتودا تعقد الجذور من أهم أجناس النيماتودا المصاحبة لجذور أشجار الجوافة. وكان لحرارة التربة تأثير كبير على تذبذب أعدادها، فسجلت كثافة عالية في فصول الصيف والربيع دون فصول الخريف والشتاء. علاوةً على وجود فترتين على الأقل تزداد فيها الأعداد ولكن كلها محصورة في فترة نمو الأشجار (آذار- تشرين ثاني)،

حيث تسود حرارة التربة المرتفعة، مع ملاحظة الانخفاض في الأعداد خلال الشتاء. وأن هذه التغيرات الموسمية تعزى أساساً إلى التغيرات في حرارة التربة. كما تبين من عينات التربة والجذور التي جمعت من أصناف المانجا بمحافظة الجيزة من أصناف الفونس وبلدي وهندي وقلب الثور وتيمور وزبدية، أن 11 جنساً كانت مرتبطة بأشجار المانجا (Korayem and Koura, 1993)، وكانت النيماتودا الحلقية أكثرها انتشاراً وعدداً دون الأجناس الأخرى، كما أن الأصناف الفونس وهندي أكثرها إصابة، علاوة على وجود ها بكثافة قليلة إثناء فصل الشتاء على جميع الأصناف مع زيادة أعدادها تدريجياً ابتداءً من الربيع حتى تصل إلى الذروة عددياً في الخريف.

في دراسة لدينامكية أعداد النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus exallus*)، تبين أن أعداد النيماتودا تصل إلى قمتها خلال شهري أيلول وتشرين ثاني، وترابطت هذه القمم عكسياً مع درجة حرارة التربة الوسطى التي تراوحت من 17- 19°م (Youssef and Aboul-Eid, 1996). ووجد ترابط عكسي بين الكثافة العددية للنيماتودا المفترسة (*Mylanochulus hawaiiensis* و *Iotonchus brachylaimium*) والكثافة العددية للنيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus* sp.) في التربة الرملية، مما يدل على أمكانية استخدام النيماتودا المفترسة في مكافحة النيماتودا المتطفلة على النبات (Youssef and Ameen, 1996). كما انخفضت أعداد نيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus goffarti*) في الدورة الزراعية من العدس والدخن ثم تبوير الأرض في طول مواسم النمو (Youssef *et al.*, 1997).

وجد أن نيماتودا التقزم كانت من أكثر الأنواع وجود اً على مدار السنة على أشجار القشدة مع تأثرها بدرجة حرارة التربة طوال العام (Ismail,1998)، وكان متوسط أعداد النيماتودا في الصيف والخريف أعلى بكثير من أعدادها في الشتاء والربيع، كما لوحظ زيادتها خلال شهر آب وأيلول مع ملاءمتها لدرجة حرارة التربة، وكذلك انخفاض أعدادها بشكل حاد في شهر كانون ثاني، حيث تنخفض درجة حرارة التربة، كما تم تقييم سبعة أصناف من الموز ضد النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus multicinctus*) تحت ظروف الزراعة بالأصص، أشارت النتائج أن الصنف نغال هو الصنف الوحيد الذي أعطى

خصائص النمو العالية تحت ظروف العدوى بالنيماتودا ولم يشجع تكاثر النيماتودا، كما وجد الصنف القصير وليامز بحالة متوسطة من حيث خواص النمو وتكاثر النيماتودا تحت ظروف العدوى (Mani and Al-Hinai, 1996). كانت أصناف الموز مغربي ووليمز وفلري وبصري من الأصناف المقاومة للنيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus dihystera*)، بينما كانت الأصناف الأخرى هندي وبيو وجراند ناين جي مناسبة لتكاثر وتطور النيماتودا (Ismail *et al.*, 1994) على نوع آخر من (Eissa *et al.*, 2003e). وفي دراسة أخرى النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus seudodigonicus*)، كانت أصناف الذرة S.H. 108 و D.H. 204 و S.H. 10 وS.H. 9 وجيزة 2 عالية الحساسية، والأصناف T.H. 320 وT.H. 310 متوسطة الحساسية، بينما كان الصنف الآخر D.H. 215 أقلها حساسية للنيماتودا.

وفيما يتعلق بتداخل النيماتودا خارجية التطفل مع مسببات الأمراض الأخرى، فقد كانت الإناث البالغة للنيماتودا الإبرية (*Longidorus elongatus*) أقل قدرةً على نقل فيروس البندوره الحلقي الأسود Tomato black ring virus من اليافعات، وكانت يافعة واحدة قادرة على اكتساب فيروس البندوره الحلقي الأسود مع فيروس تبقع التوت البري الحلقي Raspberry ring spot virus (Yassin, 1968).

7. مكافحة النيماتودا خارجية التطفل Management

7- 1. المكافحة الكيماوية

درس تأثير استخدام بعض المبيدات النيماتودية الجهازية بعد تمام إنبات الذرة وإجراء عمليات العزق والخف والتسميد في أرض متوسطة التلوث بآفات النيماتودا الحلقية *Criconimoides*، والنيماتودا الرمحية *Hoplolaimus*، ونيماتودا التقرح *Pratylenchus zeae*، ونيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* (Moussa and Eissa,1981). وقد تبين أن أعداد النيماتودا قد تأثرت تحت ظروف التجربة نتيجة المعاملة بالمبيدات، وأن مبيدي الألديكارب والكاربوفيوران كانا أعلى كفاءة بين المعاملات، بينما أعطى الفيناميفوس

والأوكساميل كفاءة أقل بالنسبة لقتل آفات النيماتودا السائدة. وتحت ظروف الحقل، أعطت مبيدات الألديكارب والكاربوفيوران والفيناميفوس كفاءة عالية في مكافحة نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus clarus* والنيماتودا الحلقية *Criconemoides*، مما أدى إلى زيادة محصول حبوب القمح والقش مقارنةً بالتربة غير المعاملة (Eissa and Moussa, 1982). وفي دراسة أخرى (Moussa, 1983)، تم إجراء تجربة بمحافظة القليوبية وأخرى بمحافظة الشرقية في مصر بهدف بحث تأثير تطبيق بعض المبيدات الكيماوية بعد مرحلة إنبات القطن على أعداد النيماتودا خارجية التطفل ومحصول القطن، فتبين كفاءة مبيدي الألديكارب والكاربوفوران في مكافحة النيماتودا، يليهما الفايديت السائل والفيناميفوس والفايديت المحبب والبروفوس. وتم ترتيب المبيدات تنازلياً حسب كفاءتها في زيادة محصول القطن كما يلي: الكاربوفوران – الفيناميفوس – الفايديت المحبب – البروفوس – الألديكارب – الفايديت.

في دراسة لتأثير استخدام الكبريت على نمو وتطور ونسبة الجنس في نيماتودا التقزم (*Tylenchorhynchus clarus*) تحت ظروف البيت الزجاجي (Korayem, 1995)، وجد أن معدل نمو وتطور النيماتودا أزداد معنوياً مع زيادة معدل إضافة الكبريت ، بينما لم تكن الزيادة في عدد الذكور معنوية. في دراسة لمعرفة التأثير القاتل لستة نباتات طبية وعطرية (Amin, 1999) على النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus dihystera*) التي تصيب نبات العصفر، وجد أن بذور الكوليندر وجذور موجات وأنسيد كانت أعلى فاعلية في خفض أعداد النيماتودا في التربة بنسب 84.6٪، 79.3٪ و 77٪، على التوالي. كما تم دراسة تأثير عدة عزلات محلية من بكتيريا *Bacillus* spp. على النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus exallus*)، ووجد أن قيم الموت القصوى كانت بعد تعريض النيماتودا لمحاليل خلايا *Bacillus* VF 64، حيث تعد هذه الطريقة من طرق المكافحة الحيوية غير المكلفة وغير الملوثة (Ismail and Fadel, 1997).

تحت ظروف الحقل تم تقييم ثلاث جرعات من مبيد الحشائش MCPA ومنظم النمو" المورفاكتين" منفصلين أو متحدين ضد الحشائش مع بيان تأثير ذلك على النيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus* spp. والنيماتودا الرمحية *Hoplolaimus Columbus*

ونيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus clarus* ، وتبين وجود زيادة في محصول الذرة في جميع المعاملات عن تلك التي تركت بدون معاملة مع انخفاض أعداد النيماتودا خاصة عند وقت الحصاد (Ismail and Metwally,1994).

كما وجد عند تقييم مبيد الحشائش " بنديميثالين " في حقل فول صويا موبوء بحشائش حولية ومعمرة مقارنة بالمكافحة اليدوية للحشائش وتأثير ذلك على محصول فول الصويا وأعداد نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus clarus*، إن أوزان الحشائش الغضة والجافة نقصت معنوياً مع زيادة أطوال فول الصويا وعدد القرون والبذور، وزاد محتوى بذور فول الصويا من البروتين و الفسفور، علاوة على تفوق المكافحة اليدوية على المكافحة بمبيد الحشائش في خفض كميات الحشائش و زيادة إنتاجية محصول فول الصويا، ولم تتأثر الكثافة العددية للنيماتودا باستخدام البنديميثالين. وعند حصاد فول الصويا، وجد أن مجموع أعداد النيماتودا خارجية التطفل كان أقل في حالة استخدام المكافحة اليدوية (El-Quesni *et al.*, 1992).

وتحت ظروف الصوبة تم استعمال منظمي النمو حامض الجبريليك وحامض السيكوسيلك بتركيزات 25 (المنخفضة) و50 (المثلى) و 100 (العالية) جزء في المليون بطريقة الرش لمعرفة تأثيره على أعداد نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus microdorus* ونمو الكتان صنف جيزة 4 الخضري و محتواه الزيتي(Osman *et al.*,1984b)، وتبين أن التركيزات الثلاثة لحامض الجبريليك ساعد على زيادة طول النبات مقارنة بالشاهد، بينما لم يساعد حامض السيكوسيلك على الزيادة، كذلك تبين أن الجرعة المثلى من الجبريليك ليس لها تأثير معنوي على عدد الكبسولات أو عدد الأفرع الثمرية و أيضاً وزن 100 بذرة في حين المعاملة بالجرعات المنخفضة و المثلى من حامض السيكوسيلك ساعدت على زيادة الصفات السابقة، ساعد حامض الجبريليك بتركيزاته الثلاثة على زيادة أعداد النيماتودا في حين لم يحقق السيكوسيل هذا بل أدى إلى نقص النيماتودا علاوة على انخفاض المحتوى الزيتي عند استعمال التركيزات المنخفضة والعالية من حامض الجبريليك بينما زاد محتوى الزيت عند تطبيق حامض السيكوسيلك.

وتحت ظروف الحقل وجد أن أعداد النيماتودا ومحصول بنجر السكر قد تأثر بتطبيق مبيدي النيماتودا الألديكارب أو الفيناميفوس أو اليوريا، بمعنى أن جميع المعاملات أدت إلى زيادة المحصول لنبات بنجر السكر، كما أن تطبيق اليوريا بعد الزراعة بشهر وتطبيق الألديكارب بمعدلات 72 ، 144 كجم / هكتار أدت إلى زيادة معنوية للمحصول قدرت بزيادة 143٪ ، 66٪ عن الشاهد، علاوة على تأثير جميع المعاملات على أعداد النيماتودا سلبياً رغم عدم وجود علاقة ارتباط بين النقص في النيماتودا و زيادة المحصول (Hammad *et al.*, 1994).

7- 2. المكافحة بالمستخلصات العضوية

لقد تبين أن المستخلص المائي للأجزاء الخضرية الجافة للزربيح *Chenopodium album* و*C. ambrosiodes* والمرير *Senecio aegyptius* وبذور الزربيح *C. ambrosiodes* وبذور الزنزلخت *Melia asedarach*، وكذلك المستخلص المائي لفصوص الثوم *Allium sativum* وبصلات البصل *A. cepa* بعد تخفيفها وتعريضها للأطوار الحرة للنيماتودا الحلزونية لمدة ثلاثة أيام مع نقلها إلى ماء مقطر، أدت إلى وقف كامل لنشاط النيماتودا بعد 24 ساعة فقط، بينما لم يتم هذا مع مستخلص بذور الزربيح والزنزلخت، ولم تعد النيماتودا للحياة مرة أخرى عند نقلها إلى ماء مقطر بعد معاملتها لمستخلص الأجزاء الخضرية للزنزلخت لمدة 3 أيام (Korayem and Hasabo, 1994). كما تمت دراسة معملية (Ameen,1991) عن إمكانية استخدام الفطر *Aspergillus ochraceous* كمبيد حيوي ضد النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus* spp.)، وأظهرت الدراسة أن تركيز 2 مليغرام من الفطر في 1 مليلتر ماء مقطر، يعد أنسب تركيز لاستعمال هذا الفطر لأنه أحدث نسبة موت 100٪ من أعداد النيماتودا بعد يومين من التعريض. كما أن الأفراد التي تأثرت لم تستعيد نشاطها بعد وضعها فى الماء المقطر لمدة خمسة أيام، كما درس تأثير المخلفات العضوية (البودريت) ومخلفات الحمام ومخلفات الدواجن وماء الصرف الصحى (المجاري) والمبيد الحيوي (السنكوسين) والمبيد الجهازي "التميك 15٪ " على نبات الطماطم المصابة بالنيماتودا الحلزونية تحت ظروف الصوبة (Hendi *et al.*, 1994)، فتبين أن أفضل مكافحة

للنيماتودا في التربة تم باستخدام السنكوسين 1٪ يليه سنكوسين 10٪، بينما على العكس، كان مبيد التميك، قد خفض معنوياً أعداد النيماتودا في التربة ، ومن التطبيقات المزدوجة، تبين أن السنكوسين 10٪ أعطى أحسن تقليل للنيماتودا يليه 15٪ ثم 20٪ من المركب نفسه، بينما أعطت مخلفات الحمام والبودريت وماء المجاري أحسن النتائج في خفض أعداد النيماتودا على التوالي، وسجل السنكوسين + مخلفات الحمام أقل خفض الأعداد مقارنة بباقي المعاملات المشتركة.

7- 3. المكافحة الحيوية

في دراسة حقلية (Youssef and Ameen,1996)، تمت مقارنة الكثافة العددية لنوعي المفترسات *Euotyenchus praclimium* و *Melonochiolus hawipensis* مع النيماتودا الحلزونية الموجودة بتربة البكان، لوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة غير معنوية بين أعداد هذه المفترسات والنيماتودا الحلزونية، لذا من كان الضروري زيادة أعداد المفترسات عن طريق التسميد العضوي ومن ثمّ زيادة معدل افتراسها للنيماتودا المتطفلة على النبات.

كما تم تقييم أربع عزلات من النيماتودا الممرضة للحشرات *Heterorhabditis* sp. , *H. bacteriophora* EB5, *H. indica* E 13, *H. bacteriophora* EGG 55 بتركيز 10^9 × 0.و يافعة فعالة/ فدان (Abd-Elgawad and Aboul-Eid,2002) ضد الأعداد الطبيعية للنيماتودا الحلزونية على نبات البطيخ، فتبين أن أعداد النيماتودا تأثرت معنوياً بعزلات *H. bacteriophora* EGG و *H . indica* E 13. كما أظهرت دراسة حقلية (Ismail *et al*., 2005) فعالية استخدام عدة عوامل حيوية، شملت الخميرة النشطة الجافة *Saccharomyces cervisiae* FT700، وفطر *Trichoderma harizianum* F717 بمفردة أو مع الخميرة النشطة الجافة، وفطر *Trichoderma ressei* F418 بمفردة أو مع الخميرة النشطة الجافة، ومبيد الفايديت (Oxamyl 24% L) في خفض أعداد النيماتودا الحلزونية (*Helicotylenchus exallus*) معنوياً سواءً في جذور نبات الياسمين صنف بلدي أو في التربة بالمقارنة مع الشاهد، وأعلى نسبة فعالية كانت باستخدام 180غم /شجرة من *Trichoderma ressei* F418 لمدة استمرت إلى شهرين من بدء المعاملة. وتحت ظروف

الحقل لمدة عامين، فإن إضافة مستويات مختلفة من الكبريت (0 ، 200 ، 300 ، 400 ، 500 جم / شجرة) في أرض قلوية رملية القوام تحت الري بالتنقيط، أدت إلى زيادة غير معنوية في أعداد النيماتودا خارجية التطفل كالنيماتودا الحلزونية *Helicotylenchus* والنيماتودا الرمحية *Hoplolaimus* ونيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus* (El-Sonbaty and Korayem,1993). وفي دراسة أخرى (Abd-Elgawad *et al.*,1991)، وجد انخفاض معنوي في أعداد النيماتودا الحلزونية في وقت خروج شرابة الذرة، وذلك في الأحواض التي تم مكافحة الحشائش فيها عن تلك التي تركت بدون مكافحة، وقد أرجع ذلك إلى وجود حشائش كعوائل للنيماتودا في الأحواض غير المعاملة، بينما لم يكن هناك اختلافات جوهرية في وقت الحصاد بين أعداد النيماتودا في الأحواض المعاملة وغير المعاملة، وذلك رغم أن محصول الذرة كان أعلى في الأحواض المعاملة و خاصة تلك التي شملت مكافحة الحشائش فيها كلا من العزق مع إضافة مبيد حشائش بعد ظهور النبات.

8. المراجع References

أبوغربية، وليد و طلب العزه. 2004. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 1- 22.

اليحيى، فهد عبد الله. 1998. الأجناس النيماتودية الأكثر انتشاراً وضرراً للنباتات في المملكة العربية السعودية خلال الأربعين سنة الماضية (1957- 1997م) دراسة تقويمية. الإسكندرية للتبادل العلمي، م3، ع19 : 67- 92.

اليحيى، فهد عبد الله. 2006. النيماتودا المتطفلة المصاحبة للمجاميع النباتية في محافظة أبي عريش في الجنوب الغربي من المملكة العربية السعودية. بحث رقم (140)، مركز بحوث كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، ص 1- 18.

اليحيى، فهد عبد الله، أحمد عبد السميع محمد دوابة و أحمد سعد الحازمي. 2005. حصر الأجناس النيماتودية المتطفلة نباتياً والمصاحبة لأشجار الغابات بمحافظة الباحة جنوب غرب المملكة العربية السعودية. ملخصات الندوة الثانية للجمعية

السعودية للعلوم الزراعية (الزراعة السعودية : الفرص والتحديات)، جامعة الملك سعود – الرياض. م 53، 62 ص (ملخص).

Abd-Elgawad, M. M. 1989. Nematode population dynamics on common bean as affected by intercropping with maize. Beitr. Trop. Landwirtsch. Vet. Med., 27(4): 443-448.

Abd-Elgawad, M. M. and H. Z. Aboul-Eid. 2002. Effects of entomopathogenic nematodes on a polyspecific nematode community infecting watermelon plants in Egypt. Int. J. Nematol., 12(1): 41-45.

Abd-Elgawad, M. M. and F. F. Saad. 1989. Evaluation of some wheat varieties for production in nematode- infested soil. Zagazig J. Agric. Res., 16(3): 341-348.

Abd-Elgawad, M. M., Sh. A. Shaban, R. R. El-Masry and G. M. Metwally. 1991. Effect of some weed control treatments on nematode populations and maize grain yield in Egypt. Zagazig J. Agric. Res., 18(3): 827-833.

Abd-Massih, M., S.El-Eraki and A. Y. El-Gindi. 1988. Plant parasitic nematodes associated with sugar-beets in Egypt. Bull. Fac. of Agric., University of Cairo, 37(1): 477-483.

Abdou, B. H. 1972. A preliminary survey of plant-parasitic nematodes in the central region of Saudi Arabia. Bull. Fac. Riyad. University, 4, 89-98.

Aboul-Eid, H. Z. and H. H. Ameen. 1991. Distribution and population densities of root-knot, reniform and spiral nematodes on different banana cultivars in Egypt. Bull. Fac. Agric., University of Cairo, 42(3): 919-928.

Abu-Gharbieh, W. I. 1983. A report on plant parasitic nematodes in the Democratic Republic of Yemen. 23-30 May.

Abu-Gharbieh, W. I. 1987. Plant parasitic nematodes associated with cereal and forage crops in Jordan. Pp. 160-168. In: M. C. Saxena, R. A. Sikora and J. P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. ICARDA-135, Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Al-Ahmed, M. 1987. The status of plant-parasitic nematodes in cereals and food and forage legumes in Syria. In: M. C. Saxena, R. A. Sikora and J. P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. ICARDA-135, Proceedings of a workshop held at Larnaca, Cyprus, 1-5 March.

Al-Hazmi, A. S., Z. M. Abul-Hayja and I. Y. Trabulsi. 1983. Plant parasitic nematodes in Al-Kharj region of Saudi Arabia. Nematol. medit., 11: 209-212.

Al-Hazmi, A. S., F. A. Al-Yahya and A. T. Abdul-Razig. 1995. Occurrence, distribution and plant associations of plant nematodes in Saudi Arabia, Research Bulletin 52, Agriculture Research Center, King Saud University, 5-45.

Allow, J. M. and Z. A. Katcho. 1967. Nematode infestation of sugar cane in Iraq. Pl. Dis. Reprtr., 51: 809.

Al-Yahya, F. A. A. 1999. Plant nematodes associated with crop plants in Unayzah Governorate, Central of Saudi Arabia, J. King Saud University, Agric. Sci., 11: 59-69.

Ameen, H. H. 1991. Nematicidal effect of *Aspergillus ochraceous* filtrate. Bull. Fac. of Agric., University of Cairo, 42(3): 963-969.

Ameen, H. H. and S. A. Hasabo. 1994. Seasonal fluctuation of *Meloidogyne incognita*, *Hoplolaimus* sp., *Ditylenchus* sp. and other nematodes associated with prickly pear, Opuntia vulgaris (Cactaceae). Egypt. J. Appl. Sci., 9(11): 79-85.

Amin, A. W. 1999. Nematicidal activity of some aromatic and medicinal plants in controlling *Meloidogyne javanica* and *Helicotylenchus dihystera*. Egypt. J. Agronematol., 3: 125-138.

Bostrom, S. 1985. A new species of *Zeldia thorne* (Nematoda: Cephalobidae) from Tunisia. Nematol. medit., 13: 67-71.

Decker, H., A. M. Yassin, and E. M. El-Amin. 1980. Plant Nematology in the Sudan, a review article. Z. angew. Zool., 1/80: 1-20.

Edongali, E. A. 1989. Plant parasitic nematodes associated with olive trees in Libya. Int. Nematol. Network Newsl., 6: 36-37.

Edongali, E. A. and S. H. El-Majberi. 1988. Plant parasitic nematodes associated with citrus plantations in Libya. Pak. J. Nematol., 6: 23-24.

Eissa, M. F. M. and F. F. Moussa. 1982. Efficacy of some systemic nematicides on nematode populations and yield of wheat in Nile-Delta with reference to a new criterion "Nematistatic Value" for evaluation of nematode population characteristics. Research Bull.,No. 1741 : 1-10, Ain Shams University, Fac. of Agric., Egypt.

Eissa, M. F. M., N. A. Abd-Bary, A. M. Korayemand M. A. Youssef. 1992. Plant parasitic nematodes associated with paddy rice in Egypt. Annals Agric. Sci., Ain Shams University, Cairo, 37(1): 269-276.

Eissa, M. F. M., A. Y. El-Gindi, M. M. Abd-Elgawad, A. E. Ismail and W.A. El-Nagdi. 2003a. Plant-parasitic nematodes associated with banana crop in Egypt. Bull. NRC, Egypt, 28(5): 655-670.

Eissa, M. F. M., A. Y. El-Gindi, M. M. Abd-Elgawad, A. E. Ismail and W. A. El-Nagdi. 2003b. Histological changes induced by either root-knot or spiral nematodes on banana roots. Bull. NRC, Egypt, 28(4): 461-472.

Eissa, M. F. M., A. Y. El-Gindi, M. M. Abd-Elgawad, A. E. Ismail and W. A. El-Nagdi. 2003c. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and *Helicotylenchus dihystera* on Banana cv. Williams. Bull. NRC, Egypt, 28 (2): 229-243.

Eissa, M. F. M., A. Y. El-Gindi, M. M. Abd-Elgawad, A. E. Ismail and W. A. El-Nagdi .2003d. Vertical and horizontal distribution of plant-parasitic nematodes associated with banana cv. Williams under flood irrigation regime. Bull. NRC, Egypt, 28(4): 453-460.

Eissa, M. F. M., A. Y. El-Gindi, M. M. Abd-Elgawad, A. E. Ismail and W. A. El-Nagdi. 2003e. Early growth response of some banana cultivars to infection with *Meloidogyne incognita* and *Helicotylenchus dihystera*. Bull. NRC, Egypt, 28(3): 359-368.

El-Quesni, F. E. M., S. M. Gaweesh, A. M. Korayem, and H. A. Osman. 1992. Effect of weed control on soybean associated weeds and plant parasitic nematodes. Bull. Fac. of Agric., University of Cairo, 43(2): 781-796.

El-Shafae, M. F., F. H. Koura and B. A. Oteifa 1974. Comparative population dynamics of *Pratylenchus zeae* and *Hoplolaimus aegypti* on maize, *Zea mays*. Annals Agric. Sci., Moshtohor, 1: 235-243.

El-Sonbaty, M. R. and A. M. Korayem. 1993. Effect of sulphur application on the yield on Anna apple trees in soil infected with nematode. J. Agric. Sci Mansoura University, 18(7): 2086-2092.

Fortuner, R., A. R. Maggenti, and L. M. Whit-taker. 1984. Morphometrical variability in *Helicotylenchus* Steiner, 1945. 4: Study of field populations of *H. pseudorobustus* and related species. Revue de Nematologie 7:121-135.

Hammad, F. M., M. M. Abd-Elgawad and E. A. Anter. 1994. Effects of urea and nematicides on sugar beet yield and polyspecific nematode community. Afro-Asian J. Nematol., 4(1): 101-103.

Hashim, Z. 1979. A preliminary report on the plant-parasitic nematodes in Jordan. Nematol. medit., 7: 177-186.

Hashim, Z. 1983a. Plant-parasitic nematodes associated with pomegranate (*Punica granatum* L.) in Jordan and an attempt to chemical control. Nematol. medit., 11: 199-200.

Hashim, Z. 1983b. Plant parasitic nematodes associated with olive in Jordan. Nematol. medit., 11: 27-32.

Hendi, H. H., H. I. El-Nagar, A. A. Osman and A. A. Farahat. 1994. The role of biological agents in regulating plant parasitic nematodes infecting tomato plants. Egypt. J. Appl. Sci., 9(5): 313-330.

Hirata, K. 2002. Description of new species of *Longidorus* (Dorylaimida: Longidoridae). from Ishigaki Is., Japan. Japanese Journal of Nematology, 32: 1-6.

Ibrahim, I. K. A. 1990. The status of phytoparasitic nematodes and the associated host plants in Egypt. Int. Nematol. Network Newsl., 7:33-38.

Ibrahim, I. K. A., Z. A. Handoo and A. A. El-Sherbiny. 2000. A survey of phytoparasitic nematodes on cultivated and non-cultivated plants in northern-west Egypt. J. Nematol., 32(S): 478-485.

Ibrahim, I. K. A., M .A. Rezk and A. A. Ibrahim. 1988. Plant parasitic nematodes associated with gramineous plants in northern Egypt. Pak. J. Nematol., 6: 31-37.

Ismail, A. E. 1997. Distribution of plant-parasitic nematodes associated with sugar cane in Egypt. Bull. NRC, Egypt, 22 (3): 323-338.

Ismail, A. E. 1998. Population dynamics of root-knot, spiral and stunt nematodes on sweetsop, *Annona squamosa* (Annonaceae) in relation to soil temperature. Pak. J. Nematol., 18(1): 213-218.

Ismail, A. E. and A. W. Amin. 1997. Plant parasitic nematodes associated with cacti and succulent plants in botanic gardens of Egypt. Pak. J. Nematology, 15(1and2): 29-37.

Ismail, A. E. and M. F. M. Eissa. 1993. Plant parasitic nematodes associated with ornamental palms in three botanic gardens in Egypt. Pak. J. Nematol., 11(1): 53-59.

Ismail, A. E. and M. Fadel. 1997. Suppressive effects of some native isolates of *Bacillus* spp. on *Helicotylenchus exallus*, *Meloidogyne incognita*, and *Tylenchulus semipenetrans*. Egypt. J. Biol. Pest Control, 7: 53-60.

Ismail, A. E. and G. M. Metwally. 1994. Efficacy of field application of MCPA and Morphactin on weeds, nematode populations and corn grain yield. Bull. NRC, Egypt, 19 (4): 265-273.

Ismail, A. E. and M. Y. Yassin. 1992. Seasonal fluctuation of plant-parasitic nematodes associated with Guava (*Psidium guajava* L.). Egypt. J. Appl. Sci., 7 (8): 243-250.

Ismail, A. E., W. M. A. Al-Nagdi and S. A. Hasabo. 2005. Efficacy of some local isolates of *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichoderma harzianum* and *T. ressei* as bioagents for controlling *Helicotylenchus exallus* and *Pratylenchus zeae* infecting jasmine in Egypt. Egypt J. Phytopathol., 33(2): 27-40.

Ismail, A. E., S. A. Hasabo and M. I. Abdel-Massih. 1994. Reaction of some corn cultivars to the infection of *Helicotylenchus pseudodigonicus*. Afro-Asian J. of Nematol., 4(2): 120-123.

Luc, M., P. A. A. Loof and A. Coomans. 1986. Description of *Xiphinema thorneanum* n.sp. and observations on some species of the genus (Nematoda: Longidoridae). Revue de Nématologie, 9: 337-346.

Kheir, A. M., Shohla, G. S. and D. M. El-Gindi. 1977a. Population behavior of *Tylenchorhynchus clarus* infecting Egyptian cotton, *Gossypium barbadense* in relation to soil type. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 88(11): 663-665.

Kheir, A. M., Shohla, G. S. and D. M. El-Gindi. 1977b. Susceptibility of some Egyptian cotton cultivars to the infection by *Tylenchorhynchus clarus*. Bull. Fac. of Agric., Cairo University, Vol.XXVIII: 169-176.

Korayem, A. M. 1995. Effect of sulfur application in the bionomics of the stunt nematode *Tylenchorhynchus clarus*. Pests and Plant Protection Department, National Research Center, Cairo, Egypt.

Korayem, A. M. and S. A. Hasabo. 1994. Phytonematotoxic properties in the extracts of some indigenous plants. J. of Union of Arab Biologists, Botany, 1(B): 89-99.

Korayem, A. M. and F. H. Koura. 1993. Population studies of plant-parasitic nematodes associated with Mango in Giza, Egypt. Afro-Asian J. Nematol., 3 (2): 148-151.

Koura, F. H. 1981. Host-parasite relationships of *Hoplolaimus aegypti* on flax. Bull. NRC, Egypt, 6: 560-564.

Koura, F. H. 1984. Reaction of Egyptian cotton cultivars to *Hoplolaimus aegypti* infection. Annals Agric. Sci., Fac. Agric., Ain-Shams University, Cairo, Egypt, 29(1): 513-519.

Koura, F. H. and H. A. Osman. 1984. Growth response of peanuts and sesame as influenced by different inoculation levels with the lance nematode *Hoplolaimus columbus*. Annals Agric. Sci., Fac. Agric., Ain-Shams University, Cairo, Egypt, 29(1): 503-511.

Koura, F. H., H. A. Osman and A. Abdel-Fatah. 1986. Effect of lance nematode *Hoplolaimus columbus* on the growth, mineral composition and oil content of some important field crops. Bull. Fac. of Agric., University of Cairo, 37(2): 1019-1028.

Lamberti, F. 1984. Nematode problems of the Mediterranean coastal stripe in the Syrian Arab Republic. Nematol. medit., 12: 53-64.

Mamluk, O., W. I. Abu-Gharbieh, C. G. Shaw, A. Al-Musa and L. S. Al-Banna. 1984. A Checklist of Plant Diseases in Jordan. Publication of the University of Jordan. Amman, Jordan.107pp.

Mani, A. and M. S. Al-Hinai. 1996. Plant-parasitic nematodes associated with alfalfa and fluctuations of *Pratylenchus jordanensis* population in the Sultanate of Oman. Fundam. Appl. Nematol., 20: 443-447.

Mani, A., Z. A. Handoo, S. Livingston. 2005. Plant-parasitic nematodes associated with date palm trees (*Phoenix dactylifera* l.) in the sultanate of Oman. Nematropica, 35(2): 135-144.

Moussa, F. F. 1983. Effect of post-emergence application of certain nematicides on plant parasitic nematodes and cotton yield in the Nile Delta. Beitrage trop. Landwirtsch. Veterinarmed., 21(3): 341-344.

Moussa, F. F. and M. F. M. Eissa. 1981. Effect of post-emergence application of certain systemic nematicides on plant-parasitic nematodes and maize yield in Nile-Delta, Egypt. Fac. of Agric., Zagazig University, Egypt, Res. Bull. 409, 9 pp.

Moussa, F. F., F. W. Riad and D. M. El-Gindi. 1983. Distribution of plant parasitic nematodes associated with grapevines in relation to variety, location and soil type. Annals of Agric. Sci., Ain Shams University, Fac. of Agric., Cairo, Egypt, 28(1): 345-356.

Moussa, F. F., D. M. El-Gindi, A. M. Kheir and A. M. Koraiem. 1982. Distribution of plant- parasitic nematodes associated with cucurbitaceous crops in Northern Egypt, Ain Shams University, Fac. of Agric., Egypt, Res. Bull. 1712: 1-13

Moussa, F. F., A. M. Kheir, D. M. El-Gindi and A. E. Ismail. 1987-1988. Plant parasitic nematodes in maize and soybean fields in Egypt. Bull. Zool. Soc., Egypt, 37: 217-225.

Osman, A. A. and H. H. Hendy. 1988. Nematodes associated with grapevines in newly reclaimed area (Gianacles) Northern Tahrir. Bull. Fac. of Agric., University of Cairo, 39 (2): 965-976.

Osman, H. A., M. A. El-Sherif and M. M. Mostafa. 1984a. Reaction of soybean cultivars to the infection of *Tylenchorhynchus microdorus*. Bull. Fac. of agric., University of Cairo, 35(2): 1197-1205.

Osman, H. A., F. H. Koura and R. O. Osman. 1984b. Influence of two growth regulators on growth and oil content of flax and the reproduction of *Tylenchorhynchus microdorus*. Egypt J. Phytopathol., 16(102): 85-90.

Oteifa, B. A. 1987. Nematode problems of winter season cereals and food legume crops in the Mediterranean region. Pp. 199-209. In: M. C. Saxena, R. A. Sikora and J. P. Srivastava, Eds. Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. ICARDA-135, Proceedings of a workshop held at Larnaka, Cyprus, 1-5 March. 217 pp.

Oteifa, B. A. 1992. Nematology and Nematode Introductions in the Near East Region: Impact on Productivity and Plant Protection Resources. Second International Workshop on Plant Nematology, 7-11, 1992.

Oteifa, B. A. and A. C. Tarjan. 1965. Potentially important plant-parasitic nematodes present in established orchards of newly-reclaimed sandy areas of the United Arab Republic. Pl. Dis. Reptr., 49: 596-597.

Roca, **F. 1998.** Description of *Trichodorus variabilis* n. sp. (Nematoda: Diphterophoroidea) from Greece. Fundam. Appl. Nematol., 21: 173-176.

Sauerborn, J. and M. C. Saxena. 1987. Effect of soil solarization on *Orobanche* spp. infestation and other pests in faba bean and lentil. Pp. 733-744. In: Proceedings of the 4th international symposium on parasitic flowering plants, ICARDA, Syria.

Siddiqi, Z. A. 1972. On the genus *Helicotylenchus* Steiner, with descriptions of nine species. Nematologica, 18: 74-91.

Siddiqi, Z. A. and M. W. Khan. 1986. Nematode problems of some fruit trees in Libya. Int. Nematol. Network Newsl., 3: 28.

Stephan, Z. A., A. H. Alwan and B. G. Antone. 1985. Occurrence of plant parasitic nematodes in vineyard soil in Iraq. Nematol. medit., 13: 261-264.

Taylor, D. P., A. T. Saad and W. E. Schlosser. 1972. Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes in Lebanon. FAO Pl. Prot. Bull., 20: 105-110.

Van Den Berg, E. and P. Quénéhervé. 1993. *Criconemoides ornativulvatus* sp. n. from Martinique (Nemata: Criconematinae). Fundam. appl. Nematol., 16: 539-542.

Venditti, M. E. and G. R. Noel. 1995. Description of *Tylenchorhynchus zambiensis* n. sp. (Nemata: Tylenchidae) from Zambia. Nematropica, 25: 1-6.

Yassin, A. M. 1968. Transmission of viruses by *Longidorus elogatus*. Nematologica, 14: 419-428.

Yassin, A. M. 1969. Glasshouse and laboratory studies in the biology of the needle nematode *Longidorus elogatus*. Nematologica, 15: 169-178.

Yassin, A. M., P. A. Loof and M. Oostenbrink. 1970. Plant parasitic nematodes in the Sudan. Nematologica, 16: 567-571.

Yousef, D. M. and J. S. Jacob. 1994. A nematode survey of vegetable crops and some orchards in the Ghor of Jordan. Nematol. medit., 22: 11-15.

Youssef, M. M. A. and H. Z. Aboul-Eid. 1996. Fluctuation of root-knot and spiral nematode populations on banana in relation to soil temperature. Afro-Asian J. Nematol., 6(1): 67-69.

Youssef, M. M. A. and H. H. Ameen. 1996. The relationships between certain mononchid nematode predators and root-knot, spiral nematodes. Al-Azhar J. Agric. Res., 23: 71-76.

Youssef, M. M. A., M. H. El-Hamawi, and B. E. Mohmed. 1997. Effect of a cropping sequence on the population dynamics of the corn cyst, lesion and stunt nematodes. Zagazig J. Agric. Res., 24: 1081-1086.

Zeidan, A. B. and E. Geraert. 1990. *Helicotylenchus* from Sudan with descriptions of two new species (Nematoda: Tylenchida). Nematol. medit., 18: 33-45.

الفصل الخامس عشر

نيماتودا الحمضيات (الموالح)

Citrus Nematode (*Tylenchulus semipenetrans*)

محفوظ محمد مصطفى عبد الجواد[1] ، فهد عبد الله اليحيى[2]،
زهير عزيز اسطيفان[3] و وليد إبراهيم أبو غربيه[4]

(1) المركز القومي للبحوث، الدقي، الجيزة، مصر.
(2) كلية علوم الاغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.
(3) الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة، ابو غريب، بغداد، العراق.
(4) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

المحتويات

1. مقدمة — Introduction
2. وصف نيماتودا الموالح — Description of *Tylenchulus semipenetrans*
3. دورة الحياة — Life cycle
4. سلالات وعشائر نيماتودا الموالح ومداها العائلي — Races, populations and host range
5. الكشف عن المرض وأعراض الإصابة — Diagnosis and symptoms
6. تطور المرض — Disease development
7. تأثير العوامل البيئية على نيماتودا الموالح — Effect of ecological factors
8. التقلبات الموسمية في تعداد النيماتودا — Population dynamics
9. تقدير الضرر الناتج عن الإصابة بنيماتودا الموالح — Damage estimates
10. الإدارة أو المكافحة — Management or control
11. برنامج مقترح لإدارة مرض التدهور البطيء — Suggested program to manage the slow decline disease
12. الخلاصة — Conclusion
13. المراجع — References

1. مقدمة Introduction

تُعد نيماتودا الموالح / الحمضيات وهي جديرة بهذه التسمية، بأنها من أنواع النيماتودا المتخصصة على الموالح عموماً، فهي تصيب أكثر من 80 نوعا وصنفا من الموالح (حسين، 2001). وقد أمكن التعرف على 29 نوعا تُعد من العوائل الجيدة لهذه الآفه. وعليه، فلا يوجد حتى الآن أى نوع تابع لجنس الموالح *Citrus* له المناعة لهذه النيماتودا. ولكن تختلف قدرة هذه العوائل من عائل شديد القابلية للإصابة إلى قليل القابلية للإصابة. تنتشر نيماتودا الموالح في مناطق شاسعة من بساتين الموالح حول العالم، شاملة مدى واسع من الظروف البيئية. وهى تسبب مرض التدهور البطئ Slow decline لأشجار الموالح الذي هو من أخطر أمراض الموالح وأشدها تأثيرا على نمو وإنتاج الأشجار.

ولما كانت هذه النيماتودا تصيب الموالح بشكل عام، كان من المناسب التعرض لأنواع وأجناس تلك الموالح - وجميعها تتبع العائلة السذبية *Rutaceae* - حتى يتسنى تبين الربط بينها وبين النيماتودا. وأهم هذه الأجناس ما يلي (إبراهيم، 2006):

1- الجنس *Poncirus*: وأهم أنواعه البرتقالي ثلاثي الأوراق *P. trifoliata*، وهو متساقط الأوراق، ثماره لا تؤكل وهى مغطاة بزغب دقيق. وخلايا الزيت كثيرة في القشرة، واللب قليل وخشن. يستعمل البرتقال الثلاثي الأوراق كأصل جذرى للإكثار عليه. وكثيراً ما يستعمل في عمليات التهجين، لإيجاد أصناف يمكنها تحمل البرد وإنتاج ثمار جيدة.

2- الجنس *Fortunella* ويعرف باسم الكمكوات *Kumquats*. ويتبع هذا الجنس نوعين مهمين هما: النوع *F. margarita* وثماره مستطيلة الشكل، والنوع الآخر *F. japonica* وثماره مستديرة الشكل. والاسم العام للنوعين هو كمكوات Kumquats، وهي شجيرة دائمة الخضرة، والثمار مستطيلة أو مستديرة ويمكن أكلها.

3- الجنس *Citrus* ومنه أشجار أو شجيرات، وعادة ما تحتوى الأشجار على أشواك تكون على جانب البرعم الورقى. وأحيانا لا تكون هناك أشواك مطلقا.

والأنواع التابعة للجنس *Citrus* تشمل الآتي :

النوع *Citrus medica*: ويسمى الترنج citron، والنوع *Citrus aurantifolia*: ليمون بنزهير limon، والنوع *Citrus maxima*: شادوك shaddock، والنوع *Citrus paradisi* : جريب فروت grapefruit ، والنوع *Citrus aurantium* : نارنج Sour orange، النوع *Citrus sinensis*: البرتقال Orange، والنوع *Citrus nobilis* : البرتقال الملوكى King orange ويتبعه الصنف *C. nobilis var. deliciosa* ويعرف باسم البرتقال اليوسفى Mandarin orange أو تانجرين tangerine، والنوع *Citrus mitis* : كالاموندين Calamondin. والثمار صغيرة مستديرة تقريبا، لونها أحمر برتقالى، والفصوص سهلة الانفصال من القشرة. واللب حامضى وطعمه جيد، ويمكن استعمال الثمار مثل الليمون المالح، كما أن الشجرة تعد من أشجار الزينة، والنوع *Citrus jambhiri* : ليمون مخرفش، والنوع *Citrus bergamia*: برجموت، والنوع *Citrus reticulata*: يوسفي البحر المتوسط.

تنمو أشجار الموالح في جميع البلدان العربية. ويستهلك العالم من إنتاجه من الموالح حوالى 68 ٪ تؤكل طازجة وتشارك الموالح في التجارة الدولية بما نسبته 11٪ من إنتاجها الكلى (Duncan, 2005). وهذا المحصول على أهميته يتعرض لكثير من أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات، سواء في الوطن العربي (حسين، 2001؛ أبو غربية وطلب العزة، 2004؛ إبراهيم، 2006) أو في الساحة الدولية (Duncan, 2005). ومع ذلك، لم يدرس من هذه الأنواع الضارة المتطفلة دراسة متعمقة توضح خسائره إلا القليل، بما في ذلك نيماتودا الموالح التي درست دراسة مستفيضة لسعة انتشارها وإن لم يكن خطرها من الدمار والخراب مثل النيماتودا الحفارة *Radopholus similis*. فقد درست النيماتودا الأخيرة ولكنها لم تحظ بنفس اهتمام نيماتودا الموالح؛ لأنها - على خلاف نيماتودا الموالح - محصورة في مواطن ومناطق بعينها، ومن ثم درسها عدد أقل من الباحثين. وكانت جديرة بأن تدرس دراسة أعمق لشدة خطرها الذي يفوق مثيله لنيماتودا الموالح. يتبع النوعان الصف Class Chromadorea الذي يتبع قبيلة النيماتودا Phylum Nematoda. معظم أنواع نيماتودا النبات التي تسبب ضرراً لأشجار الموالح تمثل مشاكل ذات طبيعة إقليمية أو محلية Regional or local problems، بسبب عوامل متعلقة بالتربة أو بتوزيع النيماتودا. من هذه الأنواع النيماتودية الأخرى التى تتطفل على جذور الموالح: نيماتودا

التقرح (Lesion nematode) *Pratylenchus* spp.، نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.، (Root-knot nematode) النيمـاتودا الخنجريـة (Dagger nematodes) *Xiphinema* spp.، النيمـاتودا الحلزونية (Spiral nematode) *Helicotylenchus* spp.، نيمـاتودا تقـصف الجـذور(Stubby-root nematode) *Trichodorus* و *Paratrichodorus* spp.، النيمـاتودا الإبريـة (Needle nematode) *Longidorus* spp.، نيمـاتودا التقـزم (Stunt nematode) *Tylenchorhynchus* spp.، النيمـاتودا الغمديـة (Sheath nematode) *Hemicycliophora* spp..

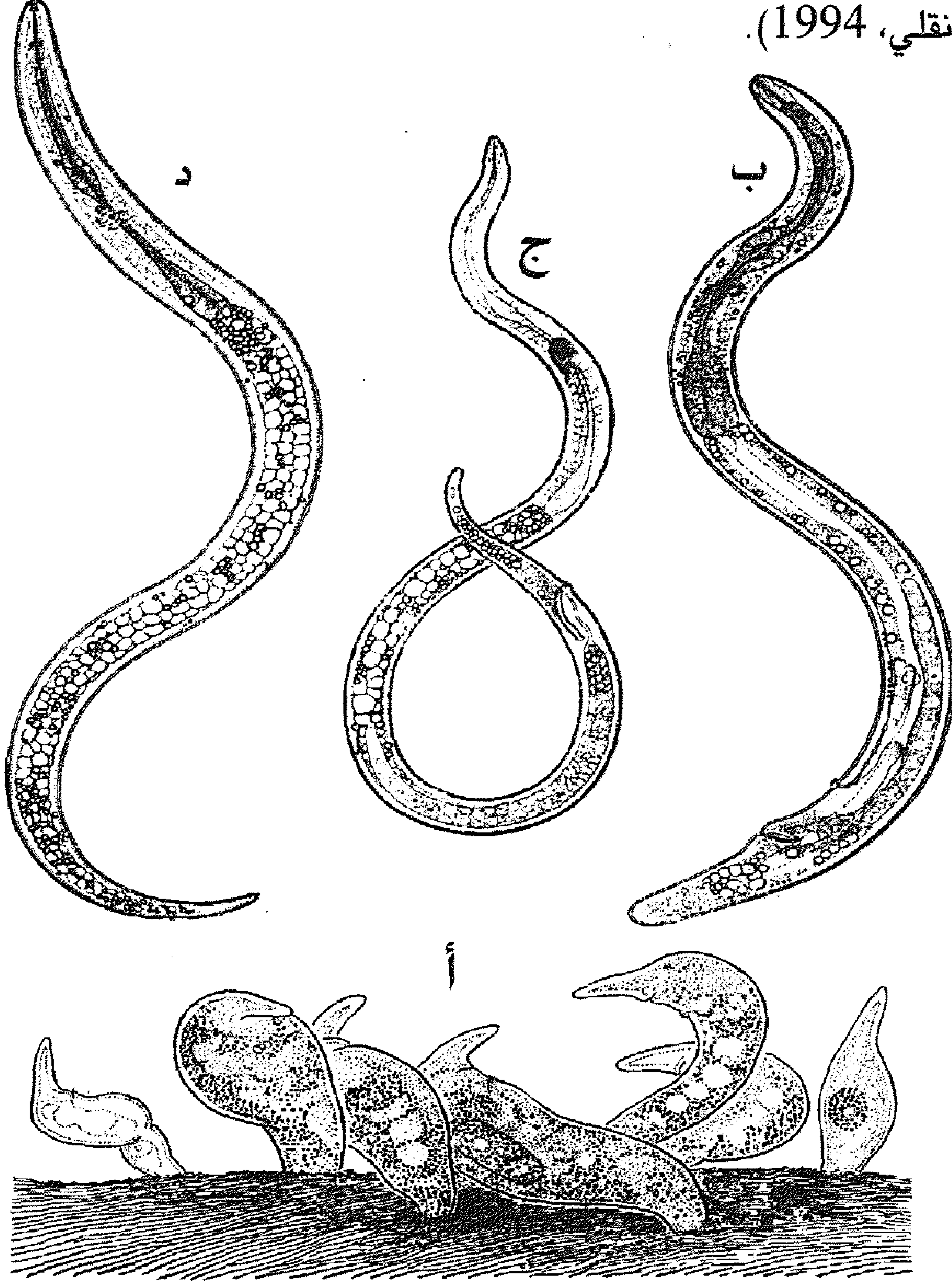
كما يمكن أن تترافق أو تجتمع واحدة أو أكثر من هذه النيمـاتودا في محيط جـذور النباتات أو في داخلـها. كمـا تتواجد في الغالب برفقة مسببات مرضية فطرية أو بكتيريـة أو فيروسية تتسبب في إحداث معقدات مرضية تفاقم أخطارهـا وتزيد من آثارهـا السلبية على الأشـجار المصابة.

2. وصف نيماتودا الموالح

Description of *Tylenchulus semipenetrans*

لا يوجد للبصلة الخلفية للمريء فصوص (شكل 1) وطول الرمح في الأنثى حوالي 15ميكرون بينمـا هـو أثـري Rudimentary في الـذكر. أهـم مميـزات هـذا النـوع أن الفتحـة الإخراجية توجد في الربع الأخير من الجسم أمام الفتحة التناسلية، وهـى تختلف عن جميع الأجناس الأخرى حيث توجد عادة في منطقة المريء، أي في الربـع الأمـامي للجسم. للأنثى مبيض واحد، ويتحـوّر جسمها إلى الشكل الليموني في المنطقـة البـارزة من جسمها خـارج جذر العائل، بينما المقدمة مدفونه داخل قشرة الجـذر وهـي إسطوانية تقريبا وتمثل حـوالي نصف الطول (400 ميكرون). وقد يكون معظم جسم الأنثى بارزا خـارج الجـذر، وفي هـذه الحالة يتحور أيضا إلى الشكل الليموني، وللأنثى ذيل أسطواني مدبب (شـافعي والشريف، 1979). يوجد اختلاف بين الذكر والأنثى في الشكل الخـارجي Sexual dimorphism (شكل 1) ، حيث يبقى الـذكر أسـطواني دودي الـشكل، في حـين تـصبح الأنثى ذات شـكل

ليمونى. من حيث التوزيع، توجد هذه النيماتودا – كغيرها من أنواع نيماتودا النبات التي تضع بيضها في كتل هلامية – على شكل تجمعات مع أنواع أخرى من النيماتودا (Abd-Elgawad, 1992a) في التربة حول جذور النبات أو على بعض الجذور المغذية للموالح (دعباج والدنقلي، 1994).



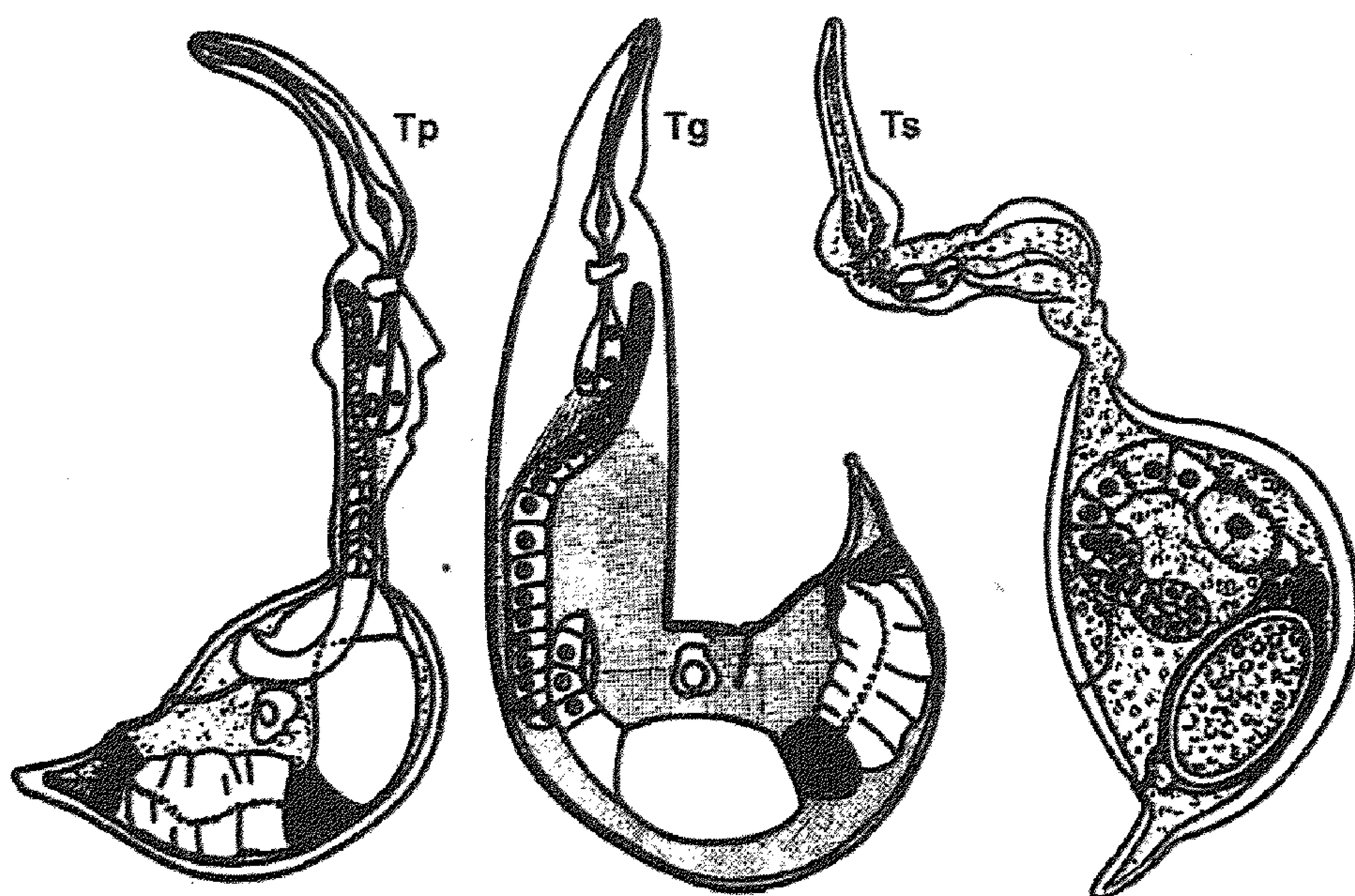
نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans*

(أ) إناث النيماتودا تتطفل على الجذر

(ب) أنثى حديثة السن (جـ) الذكر (د) يرقة J2

شكل **1**. مراحل نمو النيماتودا *T. semipenetrans*. (شافعي والشريف، 1979؛ حسين، 2001)

رغم أن العالم العربي لا يعرف من جنس *Tylenchulus* إلا نوعاً واحداً تابعاً له هو نيماتودا الموالح *T. semipenetrans* ، تمكن العالم الغربي من تمييز عدة أنواع تنتمى لهذا الجنس (Inserra *et al.*, 1988) لا يصيب الموالح منها إلا النوع الأصلي أما الأنواع المشتقة منه (شكل 2) فلا تصيب الموالح. وساعد هذا التمييز على سهولة إجراءات منح شهادات حجر زراعى خالية من نيماتودا الموالح مع الإبقاء على الأنواع الأخرى من النيماتودا غير الضارة بالموالح مسموحاً بها، ومن ثمّ الإكثار من إنشاء بساتين موالح لا تتعرض أصلاً لنوع النيماتودا الممرض لها (Inserra *et al.*, 2005).



شكل **2**. رسوم توضيحية لإناث ناضجة لأنواع نيماتودية تتبع الجنس ***Tylenchulus***. فالنوعان **(Tp)** ***T. palustris*** **and** ***Tylenchulus graminis*** **(Tg)** تتطفل على النباتات المتوطنة في فلوريدا باستثناء الموالح، في حين يتطفل النوع **(Ts)** ***T. semipenetrans*** على الموالح. لاحظ أن النوعين ***T. palustris*** **and** ***T. semipenetrans*** تظهر إناثهما انتفاخا في أقل من 50٪ من طول أجسامها. وعلى النقيض منها يظهر النوع ***T. graminis*** أكثر من 66٪ من طول أجسامها منتفخاً. قطاع الجسم الذي يلي فتحة التناسل أوسع في نوعى ***T. graminis*** **and** ***T. palustris*** عن نوع ***T. semipenetrans*** **(Inserra** ***et al.*****, 2005)**.

3. دورة الحياة Life cycle

تتكون دورة الحياة من عدة أطوار (بيض – أربع أطوار يرقية – الطور البالغ). ويتطلب اكتمال الدورة من البيضة إلى البيضة 4- 8 أسابيع، بيد أن طول وقصر دورة الحياة يتوقف على مدى توفر الظروف البيئية الملائمة مثل درجة الحرارة والرطوبة (ابراهيم، 2004، 2007 ؛ حسين، 2001). تخرج النيماتودا من البيض بعد 12- 14 يوما، حيث تكون قد تحولت إلى الطور اليرقي الثاني. تمر الذكور خلال 7- 10 أيام بأربعة انسلاخات قبل البلوغ، وتتغير خلالها في الطول والعرض ثم تصبح أقصر قليلا من الطور اليرقي الثاني، ويصبح رمح الذكر غير مميز Indistinct ويضمحل البلعوم، ولذلك لا تستطيع الذكور أن تتغذى على الجذور أو تصيبها بالضرر. وتمر اليرقات المقدر لها أن تصبح إناثاً بأربعة انسلاخات أيضا ، ثم تصبح مطمورة في الجذر حيث تتغذى على خلايا القشرة وتتطور إلى البلوغ، ويكون ربع الجزء الأمامي من جسم الأنثى داخل الجذر بعمق 4- 5 خلايا في العادة، لكنها لا تخترق أبدا أعمق من طبقة القشرة. ويكون رأس النيماتودا داخل خلية نباتية أفرغت من محتوياتها، ومنها تتغذى النيماتودا على الخلايا المحيطة بها، ويطلق عليها الخلايا المغذية Nurse cells (B'Chir, 1988). وبعد الاستقرار في موضع التغذية يصبح جسم النيماتودا غير متحرك، ويكون الجزء الخلفي من الجسم خارج الجذر (شكل 1)، أي أن هذه النيماتودا شبه داخلية التطفل Semi-endoparasite، حيث تكون مقدمة جسم الأنثى موجودة داخل الجذور وتتغذى على القشرة الداخلية، بينما يكون الجزء الخلفي للجسم بارزا من سطح الجذر، حيث تضع النيماتودا البيض في التربة. وهذا الجزء، الموجود خارج الجذر، يتضخم كثيرا عند البلوغ. تفرز الأنثى البالغة شبكة (مادة) هلامية لزجة من الفتحة الإخراجية، وفي هذا الشبكة يوضع البيض وتتكون كتلة البيض Egg mass التي يصل حجمها إلى حجم جسم الأنثى. ولذلك يمكن تشخيص أعراض الإصابة على الجذور بإلتصاق حبيبات التربة بالجذور الصمغية المصابة، نظراً لوجود هذه المادة الجيلاتينية التى تفرزها إناث النيماتودا حول البيض الذى تضعه في التربة. وعموماً يجب التأكيد على أن إناث هذه النيماتودا غير الناضجة Immature females هي القادرة على الإصابة، إذ تتجه إلى العائل حيث تحدث الإصابة عن طريق اختراق الجذر والسكون فيه، ثم

تتحول إلى إناث ناضجة. وخلال فترة تطور الإناث، تستمر في تغذيتها، وتستطيل في مقدمتها، وتخترق أنسجة القشرة، وتهيئ لها مكاناً مناسباً للتغذية.

إنّ حركة نيماتودا الموالح محدودة حيث لا تتجاوز 1.5 سم في الشهر. لذلك، فالإنسان هو المسؤول الأول عن نقل هذه النيماتودا عن طريق نشاطاته الزراعية المحلية والدولية، مثل نقل الشتلات المصابة إلى أماكن سليمة، ونقل التربة الزراعية الملوثة بالنيماتودا، إضافة إلى أن عجلات الآلات الزراعية داخل البستان قد تساعد على نقل هذه النيماتودا. وكذلك، فإن طريقة الري، ولاسيما بالغمر، تلعب دوراً في نقل هذه الآفة إلى أماكن غير ملوثة بها، لتشرع في إصابة أشجار الموالح والنمو (شافعي والشريف، 1979؛ حسين، 2001).

4. سلالات وعشائر نيماتودا الموالح ومداها العوائلي

Races, populations and host range of the citrus nematode

يمكن تقسيم نيماتودا الموالح الى ثلاث سلالات (Verdejo and McKenry, 2004): الأولى تسمى سلالة الموالح Citrus biotype وهي تصيب أجناساً كثيرة من العائلة السذابيه مثل جنس Citrus (ويشمل الأترج، والليمون، والبرتقال، والترويـر Troyer، والكريزوستـرانج Carrizo citrange)، كما تصيب العنب والزيتون والبرسيمون Persimmon، وتتكاثر عليها بشدة، لكنها تتكاثر بشكل بسيط على البرتقال الثلاثي الأوراق *Poncirus trifoliata* وهجنه. والسلالة الثانية هي سلالة البحر الأبيض المتوسط Mediterranean biotype، وهي تصيب كل ما تصيبه سلالة الموالح باستثناء الزيتون فهي لا تصيبه. والسلالة الثالثة هي سلالة البرتقال الثلاثي الأوراق *Poncirus* biotype، وهي تتكاثر بشكل جيد على البرتقال خاصة البرتقال الثلاثي الأوراق وهجنه، وكذلك على العنب، ولكن لا تتكاثر على الزيتون. ويتضح من المراجع (Verdejo and McKenry, 2004) أن سلالة الموالح تنتشر في كاليفورنيا وإيطاليا، بينما توجد سلالة البحر الأبيض المتوسط في حوض البحر الأبيض وجنوب افريقيا، في حين توجد سلالة البرتقال ثلاثي الأوراق في

كاليفورنيا وفلسطين واليابان. ويجب تحديد وتوزيع السلالات المختلفة التي تتبع نوع نيماتودا الموالح في الوطن العربي، إذ إن بعض هذه السلالات يصيب الزيتون مثلا، وبعضها لا يصيبه. وهذا مفيد في تحديد إمكانية زراعة مساحة معينة بالزيتون، أو العدول عن زراعتها زيتونا إلى محاصيل أخرى. تختلف سلالات نيماتودا الموالح من منطقة لأخرى وكذلك الأصول المقاومة لها، أو التي تتحمل الإصابة (القاسم وأبو غربية، 2002؛ -Al Azzeh and Abu-Gharbieh, 2004a) في البلدان العربية. تم تعريف سلالة الحمضيات الموجودة في الأردن على أنها سلالة البحر الأبيض المتوسط، حيث إنها لم تتمكن من إصابة جذور الزيتون و *P. trifoliata* (Al-Azzeh and Abu-Gharbieh, 2004a). كما استخدمت هذه السلالة أيضاً في إحدى التجارب في تونس (Sadreddine and B'Chir, 2006). كما يوجد العديد من أصناف البرتقال ثلاثي الأوراق *P. trifoliata* التي تعد مقاومة Resistant لمعظم عشائر نيماتودا الموالح ويعد الأصل Swingle citrumelo (*C. paradisi* x *P. trifoliata*) من أهم أصول الموالح التجارية التي لها مقاومة عالية لمعظم عشائر نيماتودا الموالح، ويقاوم أيضاً فيروس الترستيزا Tristeza، وكذلك يتحمل الإصابة بفطر *Phytophthora nicotianae*، ولذلك تنتشر زراعته في فلوريدا بأمريكا، غير أنه لا يتحمل الأراضي الجيرية (Duncan, 2005). لقد أثبتت بعض تجارب البيت الزجاجي تحمّل بعض أصول الموالح الإصابة بنيماتودا الموالح دون ضرر كبير في العراق ومصر (Ibrahim *et al.*, 1985 ؛ اسطيفان وآخرون، 1989). كما اختبر عيسى وآخرون (1977) مدى قابلية تسعة أصول من الموالح للإصابة نيماتودا الموالح والنيماتودا الحلزونية، وهذه الأصول هي:

Orlando tangelo, Cleopatra mandarin, poncan mandarin, rangapur lime, Troyer citrange, Keen sour orange, Mixican lime, Wikawa tangelo and Hinkley sweet orange.

وقد أظهرت الأصناف Orlando tangelo، rangapur lime، Mixican lime، و Wikawa tangelo تحملا للإصابة، حيث كانت مستويات نموها الخضري أفضل من باقي الأصناف. وقد وجدت علاقة خطية سالبة بين لوغاريتم كثافة الأعداد لكل من الآفتين المذكورتين وغير المتوافقتين بدرجة انحدار (b = - 0.652)، كما وجدت علاقة خطية سالبة

بين لوغاريتم أعداد آفة نيماتودا الموالح ونسبة الوزن الجذري : الوزن الخضري كعامل تدهور بطيء بدرجة انحدار (6.12 - = b). بينما كانت العلاقة الموازية لآفة النيماتودا الحلزونية سالبة أيضاً مع وزن الأوراق الخضراء للنباتات بدرجة انحدار(14.52- = b) .

5. الكشف عن المرض وأعراض الإصابة

Diagnosis and symptoms

لا تسبب نيماتودا الموالح أوراماً أو عقداً على الجذور، غير أن الكتل الهلامية التي تفرزها الإناث ويوضع فيها البيض تسبب، كما أسلفنا، التصاق حبيبات التربة بالجذور فتبدو الجذور المصابة أكبر سماكة من الجذور السليمة. والحقيقة أن الجذور المصابة تكون فقط متضخمة قليلاً عند هذه المواضع، وذلك بسبب أن السطح يصبح خشناً، وهذه الحالة يمكن مشاهدتها بسهولة تحت المجهر التشريحي. وقد سجلت نيماتودا الموالح لأول مرة في بساتين الموالح في مصر عام 1953 وهي ذات انتشار واسع في معظم بساتين الموالح في الدول العربية، ومعظم بلدان العالم التي تزرع الموالح. تتشابه أعراض المرض في البلدان العربية لكن هناك بعض الفروق البسيطة بين كل دولة وأخرى، بل حتى داخل البلد الواحد. ويرجع أن أسباب هذه الفروق يعود إلى اختلاف تأثر أنواع الموالح وأصنافها بهذه النيماتودا، إضافة إلى اختلاف العشائر النيماتودية فيما بينها، وتباين الظروف البيئية. ولما كانت تغطية البلدان العربية جميعها في هذا الفصل كوحدة واحدة يبدو أمراً صعباً، فقد رأينا اقتصار المعالجة التطبيقية بذكر أمثلة من بعض البلاد العربية. ففي تونس مثلا، تتباين أشجار الموالح في درجة سقوط الأوراق عن أغصانها (شكل 3) نتيجة الإصابة بالمرض. وتعد نيماتودا الموالح من أهم الآفات النيماتودية على أشجار الموالح بالمملكة العربية السعودية، إذ تؤدى إلى نقص شديد في كمية الثمار وجودتها، وتشير بعض التقارير إلى أن نيماتودا الموالح قد تسبب فقدًا في الإنتاج يصل إلى 70 ٪ (الخليفة، 1986)، مما يدل على أهمية وخطورة هذه النيماتودا كآفة رئيسة على الموالح في المملكة.

لا تظهر أعراض هذا المرض بوضوح في بساتين الموالح في السنوات الأولى من الإصابة، وفي هذا تأكيد لأسم المرض – مرض التدهور البطيء. أما أعراض الإصابة على

المجموع الخضري، فهي الضعف العام، واصفرار الأوراق وسقوطها مبكراً، وجفاف وموت الأغصان السفلية (الموت من أعلى إلى أسفل)، وهو ما يعرف بالموت الراجع Die-back. أما على الجذور، فتكون الأعراض عبارة عن تقزمها، وأحياناً تصبح بنية اللون، وقد تنفصل منطقتا البشرة والقشرة بسهولة عن منطقة الأسطوانة الوعائية. وعموماً يجب عدم الاعتماد كلية في تشخيص الأمراض النيماتودية على مشاهدة الأعراض المرضية الظاهرية، سواء على المجموع الخضري أو الجذري، بل يجب أخذ عينات من الأجزاء المصابة، ومن التربة المحيطة بالجذور، واستخلاص النيماتودا منها والتأكد من وجودها ونوعها وكثافتها وتقدير أهميتها المرضية. بينت دراسة أجريت في تونس (Kallel and B'Chir, 2006) تأثير نيماتودا الحمضيات على نمو شتلات برتقال Maltaise douse المطعمة على الخشخاش (النارنج) Sour orange ، حيث أدت الإصابة إلى إحداث تغيير في النباتات من حيث شكلها وصغر أقطارها وحجم جذورها، إضافة إلى تخفيض درجة توصيل الثغور ونتح أوراقها.



شكل 3. نيماتودا الموالح : ظهور أعراض فقد الأوراق في شهر يونيو على البرتقال صنف مالتيز (A)، وعلى صنف الكلامنتين (B) المطعوم على نارنج، وتبدو أعراض الموت الرجعي Die-back على أغصان أشجار الصنف مالتيز في المنطقة التي تعلو ظل الشجرة (C) وهي تنتشر بشكل عام على أشجار الكلامنتين المحاطة عند الأطراف بأشجار صنف مالتيز والجانب السليم من الشجرة يغطى على الإصابة (D) بسبب غزارة النمو الصيفي (Kallel *et al.*, 2004).

في المختبر تغسل الجذور وتصبغ، وعندئذ تظهر النيماتودا واضحة وجزؤها الخلفي بارز على سطح الجذور. ويتحول جسم الأنثى تدريجياً من الشكل الدودي – الأسطواني – إلى الليموني في المنطقة الخلفية البارزة خارج الجذر المصاب، بينما تبقى مقدمة الجسم المغمورة داخل قشرة الجذور ذات شكل أسطواني تقريبا (شكل 1).

6. تطور المرض Disease development

يتطور تأثير النيماتودا على عائلها بطريقتين (حسين، 2001):

(أ) عندما تستخدم شتلات من مشتل مصاب بنيماتودا الموالح وتزرع في حديقة ذات تربة خالية من نيماتودا الموالح فإن الأشجار تنمو وتنتج ثماراً بطريقة مقبولة لسنوات قد تطول إلى أن تزداد أعداد النيماتودا على الجذور، وفي النهاية تتدهور حالة الأشجار بسبب الإصابة الشديدة، مما يؤدى إلى نقص محصول الثمار وانخفاض جودتها، وقد يتطلب الأمر للوصول إلى هذه المرحلة وجود 40000 يرقة نيماتودا لكل عشرة جرامات من الجذور المغذية Feeder roots، وقد تحتاج النيماتودا للوصول إلى هذه الكثافة في بساتين الموالح إلى 12- 17 عاما بعد زراعة الشتلات المصابة.

(ب) أما الطريقة الثانية، فتتمثل في استخدام شتلات من مشتل خالٍ من النيماتودا وزراعتها في تربة مصابة بشدة. وتظهر الأعراض هنا خلال خمس سنوات بعد الزارعة. وتعتمد حالة الأشجار المصابة على شدة الإصابة، وقد تختلف هذه الحالة بين الأشجار من عام إلى آخر. في الوقت الراهن هناك دلائل تشير إلى وجود مواد سامة، أو غير ذلك، من منتجات التمثيل الغذائي تتأتى عن مواد تفرزها النيماتودا في الأشجار أثناء تغذيتها، مما يؤدي إلى تدهور الأشجار المصابة .

وقد وجد أن هناك علاقة ارتباط بين معدلات العدوى وأعراض التدهور، وذلك بدراسة العلاقة بين أداء الأشجار وكثافة النيماتودا، كما وجد أن هناك ارتباطاً بين حيوية الأشجار عموما وحاله المجموع الجذري، فالأشجار في المراحل المبكرة من الإصابة تظل محتفظة بمجموع جذري قوى يمكّن الجذور من تغذية أعداد كبيرة من النيماتودا. أما في مرحلة متقدمة من الإصابة فيكون المجموع الجذري للأشجار قد تلف بحيث لا يتمكن من تغذية

سوى أعداد قليلة من النيماتودا. ولكن إذا غدت كثافة النيماتودا منخفضة، فإن بعض الأشجار تتعافى نتيجة لتكوين شبكة جديدة من الجذور السليمة. ولكن، تعتمد الصحة العامة للشجرة دائماً على حالة المجموع الجذري، وذلك وفقاً لدرجة الضرر الذي لحق بالجذور وأعداد النيماتودا. وحيث أن نيماتودا الموالح لا تستطيع بمفردها أن تقتل الأشجار، فإن هذه الظروف - بين التعافي والضعف- تستمر إلى ما لا نهاية ولكن تبقى الأشجار المصابة ضعيفة النمو صغيرة الحجم. وقد قدرت نسبة انتشار النيماتودا في بساتين الموالح في العراق بنسبة 53 ٪ (اسطيفان وآخرون 1977) وفي الأردن بنسبة 100٪ تقريباً في البساتين التي يزيد عمرها عن 15 عاماً (Al-Qasem and Abu-Gharbieh,1995).

7. تأثير العوامل البيئية على نيماتودا الموالح
Effect of ecological factors

7- 1. الحرارة Temperature

وجد أن أعلى معدل لتكاثر النيماتودا المسببة لمرض التدهور البطئ هو عندما تكون درجة حرارة التربة من 20- 31 م^0 والحرارة المثلى 25 م^0 . وتكون الإصابة خفيفة إذا انخفضت درجات الحرارة أو ازداد التطرف الحراري Temperature extremes عن ذلك. كما أن حرارة الجو لها أثر كبير في إظهار الأعراض المرضية على المجموع الخضرى. فعند ارتفاع متوسط درجة حرارة الجو إلى درجة أعلى من 30 م^0 ، يقل حجم المجموع الخضرى للنباتات المصابة مقارنة مع حجمه عندما تكون درجة حرارة الجو أقل من ذلك (شافعى والشريف، 1979) . وعموماً، فإن درجات الحرارة – وكذلك الرطوبة – الملائمة لنمو أشجار الموالح هي نفس الدرجات المناسبة لتطور وتكاثر النيماتودا، غير أن بعض الظروف البيئية، خاصة العوامل المتعلقة بالتربة Edaphic factors، قد تؤثر على نموها بصورة مباشرة أو غير مباشرة. وعند تعريض الجذور المصابة للهواء وضوء الشمس لمدة 24 ساعة تموت جميع اليرقات ومعظم البيض (حسين، 2001)، لكن إذا كان التعريض لعدة ساعات فقط يستطيع البيض ويرقات الطور الثانى الموجودة في بقايا الجذور أن تتحمل درجات حرارة

تصل إلى 45 م^0. وقد أمكن استعادة يرقات نشطة من تربة رطبة حفظت على حرارة 15 م^0 لمدة عامين ونصف، ولكن على درجة 33 م^0 لم تستطع النيماتودا البقاء أكثر من شهرين ونصف (شافعي والشريف، 1979). وقد وجد أن انخفاض القدرة على الإصابة كان مرتبطاً بانخفاض القدرة على الحركة وفي انخفاض محتويات الطاقة في جسم يرقات الطور المعدي التي حفظت على 27 م^0 في التربة وفي الماء. وكان بقاء اليرقات المعدية أشد وضوحاً في التربة عنها في الماء، وكان ذلك مرتبطاً باحتفاظ الجسم بمحتوياته. وقد ظلت اليرقات التي حفظت في أوعية زجاجية قادرة على الحركة والعدوى لمدة 128 يوماً، كما ظل حوالي 70٪ من يرقات النيماتودا المحفوظة في أوعية زجاجية على 10 م^0 قادرة على العدوى بعد 24 شهراً من تخزينها (شافعي والشريف، 1979).

7- 2. الرطوبة Moisture

وجد أن تأثير الإصابة بهذه النيماتودا يكون أعلى في حالة زيادة رطوبة التربة وارتفاع مستوى الماء الأرضي بها، رغم أن معدل تكاثرها يكون أعلى في حالة نقص الرطوبة في التربة (الأمثل عند السعة الحقلية). تختلف مستويات كثافة النيماتودا باختلاف رطوبة التربة. في التربة ذات الحبيبات الناعمة تنتعش عشائر النيماتودا بامتصاص الماء المتراوح بين صفر – 60 سنتي بار Centibar، بينما في التربة ذات الحبيبات الخشنة يكون أحسن نمو للنيماتودا بين صفر– 10 سنتي بار. وقد وجدت أعداد أكبر من النيماتودا حول الجذور في التربة الجافة (60 سنتي بار) مقارنة بعينات أخذت من تربة رطبة (9 سنتي بار). ويكون التكاثر في النيماتودا أبطأ في التربة الرطبة Wet soil، وذلك بسبب بطء معدلات انتشار الأوكسجين (حسين، 2001).

درس تأثير الرطوبة والحرارة على قدرة نيماتودا الموالح على البقاء تحت الظروف الحقلية لمدة 18 شهرا. وقد ازدادت فترة حياة النيماتودا عندما كانت رطوبة التربة قرب الحد الأمثل اللازم لنمو الموالح، وعندما لم يتعد المتوسط اليومي لحرارة التربة 30 م^0. فقد ساعد ارتفاع حرارة التربة حول الأشجار الصغيرة صيفا على خفض كثافة نيماتودا الموالح. وكانت الحرارة في التربة الرطبة غير المظللة حول الأشجار الصغيرة وعلى عمق

2.5 - 50 سم أعلى من 35 م^0، وظلت كثافة النيماتودا منخفضة. وقد ازدادت كثافة النيماتودا عندما أصبحت الظروف أكثر ملاءمة للنيماتودا، حيث أصبحت الأشجار أكبر حجماً، مما وفر مزيدا من الظل، وبالتالي تغيّرت بيئة التربة. ورغم إزالة الأشجار المصابة بالنيماتودا وعدم زراعة المواقع مرة أخرى، فإن النيماتودا في الجذور العميقة في التربة قد تظل لسنوات عديدة. وقد وجد أن نيماتودا الموالح بقيت حية لمدة وصلت إلى تسع سنوات بعد إزالة الأشجار المصابة (حسين، 2001).

7- 3. خواص التربة Soil characteristics

تستطيع النيماتودا أن تتحمل مدى واسعاً من أنواع التربة، ولكن كلما كانت التربة خفيفة وتحتوى على نسبة أعلى من المادة العضوية Organic matter زاد معدل تكاثرها. وعليه، فإن التربة الثقيلة التى تحتوى على نسبة عالية من الطمي تكون أقل ملاءمة لتكاثر النيماتودا. وحتى في الأراضي الثقيلة، فإن انخفاض الرطوبة في التربة قد يساعد على زيادة التكاثر، نظرا لزيادة ضغط الأوكسجين في الفراغات الهوائية بين حبيبات التربة. وأكدت إحدى الدراسات (اسطيفان وآخرون، 1977) أن تربة بساتين الموالح في محافظات كربلاء، وبغداد، وديالى في العراق غنية جداً بالمواد العضوية، وتربتها ذات تركيب غريني مزيج من الرمل والسلت والطين، وأن معدل تكاثر نيماتودا الموالح بها عال جداً وأعدادها كبيرة على مدار العام. وهناك اعتقاد بأن معدل تكاثرهذه النيماتودا يقل في الأراضى الجيرية بالمقارنة بالأراضي غير الجيرية. وقد وجد (Abd-Elgawad and El-Taweel, 1993) أنه عندما تميزت تربة بساتين الموالح بالقوام الخشن نسبيا – 70٪ تقريباً من قطر حبيبات التربة يتراوح مداه من0.25 إلى 2 مليمتر- لم يكن لدرجات هذا القوام أي ارتباط بمستوى نيماتودا الموالح، في حين كان محتوى الأراضي محل الدراسة يتراوح مداه من 16.8 إلى 29.6٪- من كربونات الكالسيوم التي ارتبطت زيادتها معنويا بقلة أعداد النيماتودا، وذلك على عكس أملاح البيكربونات – تراوح محتوى التربة منها من 5 إلى 15٪ - التي ارتبطت زيادتها بزيادة أعداد تلك النيماتودا بدرجة معنوية جدا. ويرجح أن هاتين العلاقتين المعنويتين قد ساهمتا ضمن عوامل أخرى في وجود النيماتودا في تجمعات، كما أوضحت

ذلك دراسة سابقة (Abd-Elgawad, 1992a) في المنطقة ذاتها. أما صفات التربة الأخرى مثل محتوى التربة من الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والمغنسيوم فلم تظهر بين أي منها وبين أعداد النيماتودا علاقة محددة ربما بسبب تداخل تلك العوامل تحت الظروف الحقلية، وكذلك لضيق المدى – النطاق – الذى تراوحت فيه نسبة هذه العناصر في تربة بساتين الموالح المختبرة (Abd-Elgawad and El-Taweel, 1993) . وعلى النقيض من ذلك، وجدت علاقة عكسية قوية بين ملوحة التربة وتكاثر نيماتودا الموالح في العراق، حيث كانت كثافة النيماتودا في تربة بساتين الموالح منخفضة جداً في محافظة البصرة بمعدل 6720 يرقة/ 1كجم تربة، بينما أعدادها في محافظات كربلاء، وبغداد، وديالى ما بين 42025 إلى 108555 يرقة/ 1كجم تربة بسبب احتواء تربة محافظة البصرة على نسب ملوحة عالية مقارنة بالمحافظات الأخرى (أسطيفان وآخرون، 1977).

وعموماً هناك العديد من العوامل التي تتعلق بالتربة وتؤثر فعلا على العدوى والتكاثر. فقد وجد (حسين، 2001) أن نمو وتكاثر نيماتودا الموالح الموجودة على شتلات الموالح يحدث في تربة تحتوى على 5 - 50٪ طين. لكن معدل التكاثر كان أقل كثيرا في التربة المحتوية على 50٪ طين منه في التربة التي تحتوى على 15.5 ، أو 30٪ طين. وحيث أن إصابة النيماتودا للجذور تكون أبطأ كثيرا في الرمل الخشن، فإن وقتا طويلا يمر الى أن تزداد الكثافة، وبالتالي تكون الأشجار قادرة على بناء مجموع جذري أقوى قبل أن يحدث إصابة شديدة عليها من قبل النيماتودا. إن أعداد النيماتودا سوف تزيد في الوقت المناسب كي تسبب تلفا لأجزاء من المجموع الجذري المنتشر. وعلى العكس من ذلك، فإن التربة المحتوية على مادة عضوية (حتى 90٪) تشجع العدوى والزيادة السريعة للنيماتودا مما يؤدى إلى ضرر مبكر للأشجار. لقد وجد أن الفتات العضوي في التربة قد صنع غطاء واقيا رقيقا حول جذور الموالح مما شجع على حدوث الإصابة. ويبدو أن لنوع التربة تأثير قليل على هجرة نيماتودا الموالح. فقد وجد أن حركة النيماتودا محدودة في جميع أنواع التربة. وذكر أن أقصى حركة لنيماتودا الموالح في نوعين من التربة كانت 35.3 سم خلال سنتين(حسين، 2001).

7- 4. حموضة التربة Soil pH

تشير التقارير الى أن أفضل بقاء وتكاثر للنيماتودا يكون عند درجة حموضة (pH) 6- 7.5. ورغم أن درجة حموضة التربة تؤثر فعلا على مستوى الكثافة، فإنه يمكن للعشائر النيماتودية أن توجد عند درجات قصوى من الأس الهيدروجينى pH وأن تؤثر على نمو الأشجار.

7- 5. نوعية مياه الرى Quality of irrigation water

ومن الأمور الهامة لتأثير النيماتودا المنهك على أشجار الموالح تأثير الطفيل على خلايا الجذر. ويبدو أن النيماتودا تغير من الطبيعة شبه المنفذة للخلايا، مما يسمح للأشجار بإمتصاص تركيزات أعلى من بعض العناصر وتركيزات أقل من عناصر أخرى. فعندما توجد تركيزات عالية من الأملاح في التربة، وخصوصا عندما تروى الأشجار بماء ذي محتوى عال من الأملاح، يحدث غالبا تركيز عالٍ في الأوراق يكون ضارا بالشجرة. ومع انخفاض أعداد النيماتودا – بسبب زيادة تركيز بعض الأملاح بمياه الرى بالإضافة لبعض الكائنات المضادة للنيماتودا – ينمو مجموع جذري أكثر صحة، مما يؤدى إلى تحسن في الأجزاء الهوائية من الشجرة. وقد أوضحت دراسة (الحازمي وآخرون، 1988أ) بالسعودية أن الري بمياه المجاري يؤدي إلى تقصير دورة حياة نيماتودا الموالح على جذور بادرات الليمون البنزهير، حيث أنها تستغرق أربعة أسابيع في حالة الري بمياه المجاري، وخمسة أسابيع في حالة المقارنة بالري بمياه الصنبور. ووجد أن أعداد يرقات نيماتودا الموالح التي أصابت الجذور في معاملة الري بمياه المجاري تشكل ثلاثة أمثالها في حالة الري بمياه الصنبور. وأوضح اليحيى وآخرون (1988أ) أن الري بمياه المجاري نتجت عنه زيادة عددية في مجموع أطوار النيماتودا المختلفة على الجذور، يليه الري بمياه المجاري المعقمة (بالأتوكلاف). أما الري بمياه الصنبور فأعطى أقل عدد من تلك الأطوار النيماتودية. وكانت أعداد اليرقات، والبيض، والعدد الكلي لجميع الأطوار على الجذور أعلى معنوياً في معاملة مياه المجاري عنها في معاملة مياه الصنبور. ولم توجد فروق معنوية بين معاملتي مياه المجاري المعقمة وغير المعقمة. كما وجد أن أعداد النيماتودا في التربة كانت أعلى معنوياً في

معاملتي مياه المجاري عنها في مياه الصنبور. كذلك لم توجد اختلافات معنوية في نمو البادرات الملقحة وغير الملقحة بالنيماتودا في جميع معاملات المياه الثلاث. وفي دراسة أخرى (اليحيى وآخرون، 1988ب) وجدت علاقة بين تكاثر نيماتودا الموالح على جذور بادرات الليمون البنزهير المروية بمياه الصرف الصحي المعاملة وبين قوام التربة، فكان معدل تكاثر النيماتودا مرتفعاً في التربة الرملية، ومتوسطاً في التربة الرملية الطميية أو الطميية الرملية، ومنخفضاً في التربة الطينية الطميية. كما وجد أيضاً أن النسبة المئوية لليرقات التي تطورت إلى إناث ناضجة لا تختلف معنوياً في أنواع الترب الثلاثة الأولى (الرملية الطميية، والطميية الرملية، والرملية)، إلا أن كلاً من هذه النسب كانت أعلى معنوياً من النسبة في التربة الطينية الطميية. ووجد اليحيى وآخرون (1988ج) أن تحضين بيض نيماتودا الموالح لفترات مختلفة في ماء المجاري، وماء المجاري المغلي المكثف، وماء المجاري المخزن لمدة سبعة أشهر، وماء المجاري المعقم بالأتوكلاف، قد أدى إلى تنشيط فقس البيض بنسب متفاوتة.

7- 6. الكائنات الموجودة بمنطقة الجذور

Rhizosphere organisms

يعد دور الكائنات الثانوية في التأثير على تقدم المرض جزءا هاما في معقد المرض، حيث وجد أن نقص نمو شتلات الموالح بسبب النيماتودا وفطر *F. solani* يكون أشد في وجود الكائنين معا (حسين، 2001). وهناك تقارير عن التأثيرات الضارة لكائنات دقيقة أخرى تقوم بغزو الجذور المصابة بالنيماتودا مما يؤدى إلى موت الأنسجة وتفاقم الخسائر (حسين، 2001). وجدت علاقة تعاونية قوية بين نيماتودا الموالح والفطور التالية *Phytophthora citrophthora* و*Pythium aphanidermatum* و *Rhizoctonia solani* في العراق (اسطيفان وآخرون، 1989؛ Stephan *et al.*, 1990). وفي مصر وجدت نتيجة مماثلة لعلاقة التداخل بين نيماتودا الموالح والبكتريا *Agrobacterium tumefaciens* (Mostafa *et al.*, 1997). وعلى النقيض، أدت الإصابة بنيماتودا الموالح إلى تقليل الإصابة بفطر *Phytophthora nicotianae*، وبالتالي الحد من أضرار هذا الفطر (Kora *et al.*, 2001؛ El-Borai *et al.*, 2003). ووجد الحازمي وآخرون (1988ب) أنه عند إضافة أي

من الفطريات الأربعة: *Paecilomyces variotii, Aspergillus petrakii, Mucor heimalis, Penicillium simplicissmum.* – المعزولة من ماء المجاري المستخدم للري – كلاً على حدة إلى النبات ثم التلقيح بنيماتودا الموالح أن الفطر *Paecilomyces variotii* أدى إلى زيادة تكاثر النيماتودا بمقدار أعلى من الضعف مقارنة بالشاهد، ولم يوجد تأثير يذكر للفطريات الثلاثة الأخرى.

8. التقلبات الموسمية في تعداد النيماتودا

Population dynamics

تعد *التأثيرات البيئية للمناخ والتربة والإمداد بالغذاء والتنافس*، عوامل رئيسية تتحكم في نشاط النيماتودا (Al-Sayed *et al.*, 1993). ويترتب على هذه العوامل اختلاف في تعداد النيماتودا بسبب عادات النمو الموسمية للعائل النباتي (اسطيفان وآخرون، 1990؛ القاسم وأبو غربية، 2002). فقد وجد أن أقصى تعداد للنيماتودا يحدث في المواسم التي تنتابها زيادة في نمو جذور الأشجار خلال الفترة من إبريل ـ مايو ـ ديسمبر، وتكون العدوى وما يليها من دورات التعداد محصورة أساسا في الجذور، ذلك لأن نيماتودا الموالح تتغذى فقط على قشرة الجذور الأولية. وقد لاحظ الباحثون وجود فترتين للتعداد العالي والتعداد المنخفض (حسين، 2001)، فمثلاً وجد – تحت ظروف منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية (الرحياني وآخرون، 2000) – أن أعداد النيماتودا في التربة تأثرت كثيرًا بالتغيرات الكبيرة لدرجات الحرارة وخاصة في موسمي الصيف والشتاء (5- 46 م^0). وقد ازداد تعداد النيماتودا مرتين الأولى خلال نوفمبر – يناير، والثانية خلال شهري إبريل – مايو، كما قل التعداد مرتين الأولى في فبراير ومارس، والثانية في الفترة من يوليو – أكتوبر، وكانت درجة حرارة الجو في الفترات التي سبقت كل زيادة في التعداد (23 م^0 في المتوسط) مناسبة إلى حد كبير لعملية اختراق اليرقات للجذور، ثم تطورها في الجذر، وكذلك وضع وفقس البيض. ربما كان لانخفاض درجات الحرارة في الشتاء (5- 12 م^0) وارتفاعها في الصيف (40- 46 م^0)، وكذلك التنافس الشديد بين اليرقات على الجذور أثرًا مباشرًا على انخفاض أعداد النيماتودا في التربة. كما لوحظت

أيضا بعض الاختلافات الموسمية الأخرى في التقارير التى نشرت عن تذبذب هذه النيماتودا على مدار العام (Kallel and B'Chir, 2004). رغم أن أغلب الدراسات تشير إلى ازدياد تعداد النيماتودا مرتين في العام (Salem, 1980؛ Abd-Elgawad *et al.*, 1994؛ Al-Hinai and Mani, 1998؛ الرحياني وآخرون، 2000)، إلا أنه لم يلحظ تذبذب لها في فلسطين (Cohn, 1966). كما سجل زيادة في تعدادها مرة واحدة (Sorribas *et al.*, 2000)، أو ثلاث مرات (Hamid *et al.*, 1988) في العام.

9. تقدير الضرر الناتج عن الإصابة بنيماتودا الموالح

Damage estimates

تكمن خطورة هذه النيماتودا على الاقتصاد العربي في انتشارها في بساتين الموالح، فكلما كانت المساحات المصابة أوسع كان الخطر أكبر والخسارة أكثر.

9- 1. طرق تقدير الضرر الناتج عن هذه النيماتودا:

تشمل هذه الطرق كلاً من:

9- 1- 1. إيجاد علاقة ارتباط بين الكثافات المختلفة للنيماتودا وكمية المحصول المقابل لكل كثافة – في بساتين موالح منشأة فعلاً – يستنتج منها إحصائيا حجم الضرر. ويعيب هذه الطريقة إقحام عوامل أخرى يصعب التحكم في تحييدها – خاصة المتصلة بالتربة، مثل تباين قوام ورطوبة التربة والأعداء الحيوية بها – غير النيماتودا تؤثر على المحصول والنيماتودا كليهما، وبالتالى على دقة النتائج (Duncan and Cohn, 1990). وقد وجد Korayem and Hasabo (2005) أن عتبة – بداية – الضرر الاقتصادي Damage threshold يبدأ عند 36000 فرد نيماتودى/1كجم تربة بها 5جم جذور مغذية للبرتقال أبو سرة في مارس، بينما كان العدد المقابل له هو 12000، 14000 فرد نيماتودى في شهري فبراير وأغسطس على الترتيب.

9- 1- 2. معالجة بعض النباتات المصابة بالنيماتودا بمبيدات نيماتودية (Al-Azzeh, and Abu-Gharbieh, 2003 , 2004b) وترك نباتات أخرى دون معالجة لقياس الضرر بين ما المعالج وغير المعالج. ويعيبها أن المبيدات المستخدمة عادة ما تكون لها تأثيرات سلبية أو إيجابية أخرى على المحصول وعلى الكائنات الأخرى، خاصة الموجودة حول جذور الموالح Rhizosphere organisms. فإذا كان المبيد جهازي Systemic nematicide أمتد هذا التأثير ليشمل الآفات الموجودة على المجموع الخضري والبيئة الحيوانية Fauna المرتبطة به. وأحياناً يكون التأثير على نمو النباتات المعالجة بطريق مباشرة (اسطيفان وآخرون، 1981)، مما يقلل من دقتها (Duncan and Cohn, 1990). فمثلاً، وجد Abd-Elgawad (1995) علاقة أسية بين تعداد نيماتودا الموالح ومحصول البرتقال أبو سرة على مدار ثلاث سنوات (1993- 1995)، وذلك عند تسجيل تعداد النيماتودا في الفترة ما بين مارس إلى يونيه من كل عام طبقا للوغاريتم معادلة الارتداد الخطي – من الدرجة الأولى – الآتية:

$$ص = 83.346 (2.718)^{-0,0003795\, س}$$

حيث ص = محصول البرتقال (كجم /شجرة) ، س = عدد نيماتودا الموالح (يرقات وذكور)/150سم3 تربة بها 3جم من جذور حامولة الشجرة. وبناءً على هذه المعادلة، كان متوسط الخسارة في البساتين غير المعاملة بمبيد نيماتودى هي 10,1 طن/هكتار وكان الحد الاقتصادي الحرج الذى يوصى عنده بمكافحة النيماتودا هو 1850 فرد نيماتودى/150 سم^3 تربة لكل 3جم من الجذور الرفيعة (حامولة الشجرة)، في حين أوضح البحث العوامل البيئية والزراعية المحتملة – السابق الإشارة إليها – التى أعاقت استنتاج علاقة معنوية بين هذه النيماتودا وكلا من محصول البرتقال البلدى واليوسفي. وكما وجد Timmer and Davis (1982) أن العلاقة بين محصول الجريب فروت والنيماتودا كالتالى: ص = 160.3 $(2.718)^{-0.0000429\, س}$ حيث ص= كمية المحصول بالكيلو جرام/شجرة ، س= عدد يرقات النيماتودا/ 100سم^3 تربة.

9- 1- 3. هذه الطريقة لا تزال – لتلافي عيوب الطريقتين السابقتين – في طور التجريب. حيث تزرع شتلات موالح متماثلة وغير مصابة بالنيماتودا في أرض متجانسة وغير ملوثة بالنيماتودا. ثم يتم عدوى جزء منها بالنيماتودا بمستويات مختلفة، ويترك جزء آخر بدون عدوى (مقارنة). ويراعى في اختيار الأرض تساوي استجابة أجزائها للمعالجات، بحيث يمكن رصد الفروق بين ما تمت معالجته وما لم يعالج بدقة متناهية، وذلك لإيجاد علاقة ارتباط بين الكثافات المختلفة للنيماتودا وكمية المحصول المقابل لكل كثافة، يستنتج منها إحصائيا حجم الضرر. ولا يوجد حتى الآن تقرير يسجل العلاقة بين هذه النيماتودا والمحصول بناء على عدوى عشوائية صناعية بالنيماتودا لأشجار موالح بالغة.

10. الإدارة أو المكافحة Management or control

نكتفي بالإيجاز في عرض مكافحة هذه النيماتودا، وعلى من يطلب الاستزادة الرجوع للفصول الخمسة الخاصة بمكافحة النيماتودا في هذا الكتاب.

ويجب التنبيه أولاً على أن من أهم العوامل التى تعمل على زيادة انتشار وضرر هذه النيماتودا، خاصة في الوطن العربي أن المزارعين يجلبون شتلات مصابة بنيماتودا الموالح من المناطق المصابة إلى مناطق خالية منها تماما (Abd-Elgawad and McSorley, 2009)، فتنتشر الإصابة (جدول 1). لذا ينصح بعمل مشاتل الموالح في مناطق خالية من هذه النيماتودا، مثل الأراضي الحديثة الاستصلاح، مع مراعاة وسائل الحجر الزراعى الأخرى.

جدول 1. أعداد يرقات نيماتودا الموالح *Tylenchulus semipenetrans* خلال عام 2006م من ستة بساتين موالح منشأة حديثاً بمصر◆.

عدد العينات التي ليس بها نيماتودا الموالح	التباين	متوسط عدد نيماتودا الموالح/ 100سم^3 تربة	موقع بستان الموالح (المحافظة)
18	1.407	0.8	البحيرة - 1
11	1.821	1.2	القليوبية- 1
6	2.138	2.0	القليوبية- 2
9	5.431	2.5	المنيا- 1
3	5.586	4.0	المنيا- 2
2	23.034	4.8	البحيرة- 2

◆عدد العينات المأخوذة من كل بستان = 30 عينة (Abd-Elgawad and McSorley, 2009).

وسبق أن ذكرنا أن العالم الغربي استطاع فصل نوع نيماتودا الموالح من أنواع أخرى تشابهه في الشكل الظاهري إلى حد بعيد، ولكن تختلف عنه في العوائل التي تتطفل عليها. أظهر تحليل التكلفة Cost: benefit analysis اللازمة لعمل برنامج – يقوم على مكافحة وفحص آفات نيماتودا الموالح بمصر، وبالتالي منح شهادات حجر زراعي Quarantine certification program – أن العائد أو الجدوى الاقتصادية – من إنفاق 59.524 جنيه مصري في هذا البرنامج المقترح – يتمثل في فائدة قدرها مليون جنيه مصري (Abd-Elgawad and McSorley, 2009). وقد تم فعلا تنفيذ برنامج حجر زراعي في الولايات المتحدة الأمريكية فكان العائد من برنامج الحجر الزراعي لنيماتودا الموالح هو 33 مليون دولار – أي أنقذت 5٪ فاقداً في المحصول نتيجة الإصابة بهذه الآفة قبل البرنامج. أما الحجر الزراعي للنيماتودا الحفارة، فقد وفر 17 مليون دولار بافتراض أنها تسبب 25٪ فقد في المحصول. وهذا التوفير – أو العائد – هو نتيجة مباشرة لزيادة المحصول. يضاف إليه عدد من الفوائد الأخرى المترتبة على نقل المحصول وتصنيعه وبيعه

تجزئة وتشغيل أيدي عاملة في ذلك كله (Lehman, 2004). وقد أظهر مسح حقلي أجري في وادي الأردن (Al-Qasem and Abu-Gharbieh,1995) أن الغالبية العظمى من بساتين الحمضيات التي يزيد عمرها عن 15 عاماً كانت مصابة بالنيماتودا، وقد عزي ذلك إلى أن الأشتال أُنتجت في مشاتل كانت تربتها موبوءة بالنيماتودا. ولكن بعد أن تم اكتشاف هذا الأمر، أصبح انتاج الاشتال يتم في مشاتل مراقبة ونظيفة من آفات الحمضيات الهامة، ومن ضمنها نيماتودا الحمضيات. كذلك جرت دراسات في البلدان العربية لتبيان تأثير عوامل متعددة على تكاثر نيماتودا الحمضيات، مثل منظمات النمو (Abd-Elgawad and Youssef, 1991) ومحسنات التربة (Amin and Yousef, 1998). وهناك اتجاه في الوقت الحاضر لزيادة العائدات المبكرة من بساتين الموالح، أي قبل استفحال أصابتها بأمراض مثل مرض التدهور السريع والبطيء، والقوباء Psorosis ، والترستيزا Tristeza، ولفحة الأغصان Twig blight، وذلك بتكثيف زراعة الأشجار (تضييق المسافات بين الأشجار) مع توقع عمر أقصر لها (Duncan, 2005). وفي تجربة حقلية بمصر (Ismail *et al.*, 1997) وأخرى غير منشوره (أبوغربية، اتصال شخصي) تمت مكافحة النيماتودا بكفاءة عالية بالطاقة الشمسية في وادي الأردن باستخدام البلاستيك الأسود صيفاً في تغطية التربة المزروعة بأشتال الحمضيات دونما إحداث أضرار بتلك الأشتال. ويعد البرتقال ثلاثي الأوراق *Poncirus trifoliate* أكثر تحملا أو مقاومة للإصابة بهذه النيماتودا. وهناك محاولات إنتاج أصناف موالح مقاومة لهذه النيماتودا، وذلك بعمل هجن منه كما أسلفنا. يراعى اختلاف درجة المقاومة أو التحمل لهذه النيماتودا باختلاف صنف العائل، وسلالة النيماتودا، وعشائر النيماتودا في المناطق المختلفة. كما أن الظروف البيئية تلعب دورا مهما في قوة تحمل العائل للإصابة بهذه النيماتودا. ففي مصر توجد أنواع تتحمل الإصابة ولا تتأثر بالعدوى بشدة مثل أصل فولكامريان Volkameriana (عيسى، اتصال شخصي) لذا ينصح باستخدامه بديلا عن النارنج Sour orange الشائع استعماله حاليا في عدة دول. يتمتع أصل فولكامريان أيضاً بمزايا نسبية أخرى منها تحمل الجفاف السائد في بلاد الوطن العربي الأمر الذى يحبذ استخدام هذا النوع ومنها مقاومته للفيروس الشائع في كثير من بلاد الوطن العربى والذى يتسبب في مرض تريستيزا Tristeza. على الرغم من أن

جهود علماء المكافحة الإحيائية والعضوية في هذا المجال لا تزال تخضع لاجتهادات متفاوتة، فهناك بعض التجارب الواعدة بنتائج طيبة (اسطيفان وآخرون، 1989، 2000، 2005 ؛ جبارة وآخرون،2003).

11. برنامج مقترح لإدارة مرض التدهور البطئ
Suggested program to manage the slow decline disease

تستخدم إستراتيجية الإدارة المتكاملة في مكافحة مرض التدهور البطيء للحد من انتشار هذه النيماتودا، وذلك باتباع الآتي: 1) استخدام المبيدات النيماتودية تحت إشراف مختصين، مع ملاحظة عدم تعريض جذور أشجار الموالح المصابة للضرر عند إجراء المعاملة الجانبية بالمبيد ، 2) تطبيق أنظمة الحجر الزراعي، وعدم زراعة شتلات أشجار أو شجيرات أخرى قابلة للإصابة بنيماتودا الموالح، مثل العنب (Stephan *et al.*, 1985) والزيتون بجوار أشجار الموالح المصابة، 3) مراعاة جميع الاجراءات الخاصة بالنظافة الزراعية، والإدارة المتكاملة للآفات.

12. الخلاصة Conclusion

للنهوض بزراعة الموالح، فإنه من المهم أن نبدأ بإدارة بساتين الموالح حسب الأصول ومن كافة الوجوه، خاصة فيما يتعلق بالري والتسميد والتقليم الجيد ومكافحة الحشرات والحشائش قبل الاهتمام بمكافحة النيماتودا الضارة للموالح(Duncan, 2005 ؛ Sikora *et al.*, 2005). ومن البديهي أن نؤكد أهمية النظر إلى مكافحة النيماتودا الضارة في هذا الإطار الشامل، وإلا فلن يجدي المحصول نفعا الاهتمام بمكافحة نيماتودا الموالح وحدها. تواكب دراسة نيماتودا الموالح في العالم العربي – بشكل عام – مثيلتها في دول العالم الغربي المتقدم، من حيث تصنيف الأنواع النيماتوديه، ودراسة إحيائيتها، والعوامل المؤثرة فيها، وتأثيرها على المحصول. أما الجانب الذي تتخلف فيه الدراسات العربية عن مثيلاتها في العالم المتقدم فهو تحديد السلالات المختلفة التي تتبع نوع نيماتودا الموالح وتوزيعها في

الوطن العربي، إذ إن بعض هذه السلالات يصيب الزيتون وبعضها لا يصيبه، وهذا مفيد في تحديد أماكن زراعة مساحة معينة بالزيتون أو العدول عن زراعتها زيتونا إلى محاصيل أخرى. يضاف إلى هذا أن العالم الغربي قد تمكّن من فصل نوع نيماتودا الموالح من أنواع أخرى تشابهه في الشكل الظاهري – كما ذكرنا آنفاً – ولكن تختلف عنه في العوائل التي تتطفل عليها، ولا يعنى هذا عدم وجود هذه الأنواع الأخرى في عالمنا العربي. فقد لاحظ مثلا Abd-Elgawad (1992b) وجود فرق معنوي في أعداد نيماتودا الموالح *T. semipenetrans* بين بساتين الموالح التي بها حشائش، وتلك الخالية منها، الأمر الذي يرجح وجود الأنواع الأخرى المتطفلة على هذه الحشائش، ولا ينقصنا سوى رصدها بدقة. ومن العوامل السلبية الأخرى التي تؤثر على زراعة الموالح هو عدم الالتزام الدقيق بقوانين الحجر الزراعي، الأمر الذي يترتب عليه نقل شتلات مصابة بالنيماتودا إلى أراض بكر فتصاب بدورها بها، وهو أمر تتخلف فيه الدول العربية عن دول الغرب المتقدم الذي يلتزم إتباع هذه القوانين بدقة. ويمكن استخدام أصول موالح مقاومة، أو متحملة، لنيماتودا الموالح لتقليل الخسائر الناجمة عن هذه النيماتودا إلى أدنى مستوياتها. بيد أن التحدى يظل قائما لتطوير وسائل مكافحة إحيائية لتصبح فعالة وآمنة واقتصادية في المستقبل القريب بدلا من المبيدات الكيماوية التى منعت القوانين استعمالها – مثل الفيومازون – لتأثيرها الضار على البيئة والإنسان.

13. المراجع References

إبراهيم ا. خ. ع. **2004**. النيماتودا المتطفلة على المحاصيل الحقلية والبستانية. 330 صفحة. مطبعة الانتصار. منشأة المعارف بالإسكندرية – مصر.

إبراهيم ا. خ. ع. **2006**. أمراض وآفات أشجار الفاكهة وطرق المقاومة. 317 صفحة. مطبعة الانتصار. منشأة المعارف بالإسكندرية – مصر.

إبراهيم ا. خ. ع. **2007**. **آفات النيماتودا الزراعية**: نيماتولوجيا النبات: الوصف والتصنيف والمقاومة. 365 صفحة. مطبعة الانتصار. منشأة المعارف بالإسكندرية – مصر.

ابو غربية، وليد و طلب العزّه .2004. النيماتودا المصاحبة للنباتات في البلدان العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 1- 22.

اسطيفان، زهير عزيز، محمد صادق حسن و باسمة جورج أنطون. 1990. التغيرات الموسمية الحاصلة لديدان الحمضيات وبعض الفطريات على جذور أشجار الحمضيات في العراق. مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 3: 47- 64.

اسطيفان، زهير عزيز، أحمد كاظم عبد الهادي و حكمت عباس العاني. 2000. دور فطريات المكافحة الإحيائية للسيطرة على ديدان الحمضيات وبعض الفطريات التي تهاجم جذور النارنج. مجلة الزراعة العراقية، 5(3): 1- 7 .

اسطيفان، زهير عزيز، علي حسين علوان و علي حسين بندر. 1977، تأثير فصول السنة على أعداد الديدان الثعبانية على الحمضيات ومقاومة هذه الأصول لهذه الديدان. الكتاب السنوي لبحوث وقاية النبات، 1: 305- 319 .

اسطيفان، زهير عزيز، علي حسين البهادلي، باسمة جورج أنطون و هناء حمد الزحرون. 1989. تأثير فطر المايكورايزا *Glomus mossae* على نمو بعض أصول الحمضيات والتداخل بين هذا الفطر وكل من الديدان الثعبانية *Tylenchulus semipenetrans* والفطر *Phytophthora citrophthora* في إصابة جذور الحمضيات، المجلة العراقية للعلوم الزراعية، 20(1): 191- 200 .

اسطيفان، زهير عزيز، حمد محمد صالح، افتخار موسى جبارة و هديل بدري داود. 2005. أثر المكافحة الإحيائية والكيميائية والتغذية الورقية في السيطرة على ظاهرة تدهور أشجار الحمضيات في الراشدين. مجلة الزراعة العراقية، 10(2): 113- 120.

اسطيفان، زهير عزيز، علي حسين علوان، علي حسين بندر، باسمة جورج أنطون و عالية قحطان إسماعيل 1981. تعقيم شتلات الحمضيات ضد الديدان الثعبانية قبل الزراعة باستعمال بعض المبيدات، الكتاب السنوي لبحوث وقاية المزروعات، 2(2): 205- 216.

جبارة، افتخار موسى، فرقد عبد الرحيم الراوي و زهير عزيز اسطيفان 2003. تحديد الطريقة المناسبة لإضافة المبيدين الإحيائيين تحدى وصمود لخفض إصابة نباتات الطماطم بالفطر فيوزاريوم ونيماتودا تعقد الجذور. مجلة الزراعة العراقية، 8(3):24- 35.

الحازمي، أ.س.، و ف.ع. اليحيى و م.أ. الصعيدي .1988أ. تأثير الري بمياه المجاري على اختراق وتطور نيماتودا الموالح. مجلة البحر الأبيض المتوسط للنيماتولوجيا ،16 : صـ 225.

الحازمي، أ. س.، و ف.ع. اليحيى و م.أ. الصعيدي .1988ب.. تأثير أربعة فطريات معزولة من مياه المجاري المعاملة على تكاثر وتطور نيماتودا الموالح . مجلة نيماتروبكا، مجلد 18 (2): 93 – 97 .

حسين، على حسن. 2001. أمراض النبات النيماتودية. مطابع الأهرام التجارية. قليوب، مصر. 751 صفحة.

الخليفة، أ. 1986. أشجار الحمضيات بالمملكة العربية السعودية. وزارة الزراعة والمياه بالمملكة العربية السعودية.إدارة الأبحاث الزراعية.

دعباج، خليفة حسين و الزروق أحمد الدنقلي 1994.الكثافة العددية لنيماتودا الحمضيات / الموالح *Tylenchulus semipenetrans* على أصول الحمضيات / الموالح المختلفة تحت الظروف الحقلية في ليبيا. المجلة العربية لوقاية النبات، 12(1):26- 29.

الرحياني، سليمان ، أحمد فرحات و مدحت بلال. 2000. التقلبات الموسمية في تعداد نيماتودا التدهور البطيء في الموالح *Tylenchulus semipenetrans* تحت ظروف منطقة القصيم، المملكة العربية السعودية. كتاب وقائع المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات.22- 26 تشرين أول/أكتوبر،2000، عمان، الأردن.

شافعى، فاروق، و مصطفى الشريف. 1979. نيماتولجيا النبات. المراقبة العامة لمطبعة جامعة القاهرة والكتاب الجامعي، 1000/1979/448– مصر. 255 صفحة.

عيسى، م. ف.، م. مصطفى و م. القحطاني. 1977. مدى قابلية أصول الموالح للإصابة بنيماتودا الموالح والنيماتودا الحلزونية. كتاب وقائع المؤتمر الأول للنواحي البيولوجية

للملكة العربية السعودية ، الجمعية السعودية لعلوم الحياة ، جامعة الرياض (جامعة الملك سعود حالياً).

القاسم، محمد و وليد أبو غربية. 2002. الحساسية النسبية لبعض أصول الحمضيات لنيماتودا الحمضيات *Tylenchulus semipenetrans* وديناميكية أعدادها في وادي الأردن الأوسط. كتاب وقائع المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات، 22-26 تشرين أول/أكتوبر، 2000، عمان، الأردن.

اليحيى، ف.ع. ، أ.س. الحازمي و م.أ. الصعيدي 1988أ. تأثير الري بمياه المجاري المعاملة على نيماتودا الموالح. مجلة كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود، 10 (2): 317 – 325.

اليحيى، ف.ع.، و أ.س. الحازمي و م.أ. الصعيدي 1988ب. تأثير قوام التربة مع الري بمياه الصرف الصحي المعاملة على تكاثر نيماتودا الموالح. مجلة الإسكندرية للبحوث الزراعية ، كلية الزراعة ، جامعة الإسكندرية ، 33 (2): 13 – 16.

اليحيى، ف.ع.، و أ.س. الحازمي و م.أ. الصعيدي 1988ج. تأثير مياه المجاري على فقس بيض نيماتودا الموالح. مجلة البحر الأبيض المتوسط للنيماتولوجيا ، 16 :13 – 15.

Abd-Elgawad, M. M. 1992a. Spatial distribution of the phytonematode community in Egyptian citrus groves. Revue De Nematologie, 14: 367-373.

Abd-Elgawad, M. M. 1992b. Comparative occurrence of phytonematodes and yield responses of citrus. Zagazig Journal of Agriculture Research, 19: 2293-2302.

Abd-Elgawad, M. M. 1995. Estimate of (Naval) orange yield loss in *Tylenchulus semipenetrans*-infested groves. Egyptian Journal of Applied Science, 10: 6-14.

Abd-Elgawad, M. M. and M. I. A. El-Taweel. 1993. Soil characteristics in relation to the citrus nematode in Northern Tahrir Province, Egypt. Egyptian Journal of Applied Science, 8: 140-147.

Abd-Elgawad, M. M. and R. McSorley. 2009. Movement of citrus nematode-infested material into virgin land: detection, status and solutions with cost-benefit analysis for Egypt. Egyptian Journal of Agronematology: In Press.

Abd-Elgawad, M. M. and M.M. Youssef. 1991. Effect of some growth regulators on the reproduction of the citrus nematode and yield of citrus trees. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, 40: 911-918.

Abd-Elgawad, M. M., M. M. Youssef and M. M. Shamseldean . 1994. Observations on the population fluctuations of the citrus nematode on calamondin orange in Egypt. Pakistan Journal of Nematology, 12 (1) 87-94.

Al-Azzeh, T.K. and W.I. Abu-Gharbieh. 2003. Effect of selected non-fumigant nematicides on *Tylenchulus semipenetrans* infected sour-orange seedlings. Pakistan Journal of Nematology, 21: 121-131.

Al-Azzeh, T.K. and W.I. Abu-Gharbieh .2004a. Race identity and damage threshold of *Tylenchulus semipenetrans* on sour orange in Jordan. Nematologia mediterranea , 32: 25-29.

Al-Azzeh, T.K. and W.I. Abu-Gharbieh .2004b. Effect of oxamyl and fenamiphos on egg hatching, motility, and root penetration of *Tylenchulus semipenetrans*. Nematologia mediterranea , 32:19-23.

Al Hinai, M.S . and A. Mani 1998. Seasonal population changes and management of *Tylenchulus semipenetrans* using organic amendments and fenamiphos. Nematologia mediterranea ,26:179 -184.

Al-Qasem, M.S. and W.I. Abu-Gharbieh 1995. Occurrence and distribution of the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* in Jordan. Nematologia mediterranea , 23: 335-339.

Al-Sayed, A.A., S.H. Abdel-Hameed and H.I. El-Nagar 1993. Population dynamics of *Tylenchulus semipenetrans* in relation to citrus species and soil temperature. Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo, 44:183-190.

Amin,A.W. and M.M.A. Youssef 1998. Effect of certain soil organic amendments and nematicides on citrus nematodes *Tylenchulus semipenetrans* infecting orange trees. Egyptian Journal of Agronematology , 2(2): 229-244.

B'Chir, M. M. 1988. Organisation ultra-structurale du site trophique induit par *Tylenchulus semipenetrans* dans les racines de Citrus. Revue de Nématologie , 11: 213-222.

Cohn, E. 1966. Observations on the survival of free-living stages of the citrus nematode. Nematologica, 12: 321-327.

Duncan, L.W. 2005. Nematode parasites of citrus. In: Luc, M., Sikora, R.A., and Bridge, J., Eds. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture, 2nd edition: Wallingford, U.K. CABI Publishing, pp. 437-466.

Duncan, L.W. and E. Cohn 1990. Nematode parasites of citrus. In: Luc, M., Sikora, R.A., and Bridge, J., Eds. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture, 1st edition: Wallingford, U.K. CABI Publishing, pp. 221-236.

El-Borai, F. E., L. W. Duncan, J. H. Graham and E. Dicksten. 2003. *Tylenchulus semipenetrans* alters the microbial community in the citrus rhizosphere. Journal of Nematology, 35:167-177.

Hamid, G. A., S.D.Van Gundy and C.J. Lovatt .1988. Phenologies of the citrus nematode and citrus roots treated with oxamyl. Proceedings of the International Society of Citriculture, 2: 993-1004.

Ibrahim, M.S.K.A., M.W. Taha and M.W.A. Hassan. 1985. Biological and chemical control of *Tylenchulus semipenetrans* and *Meloidogyne spp*. Egyptian Journal of Nematology, 17: 494 (Abstract).

Inserra, R.N., J.D. Stanlet, J.H. O'Bannon and R.P. Esser. 2005. Nematode quarantine and certification programs implemented in Florida. Nematologia mediterranea ,33, 113-123.

Inserra, R.N., N. Vovlas, J.H.O'Bannon and R.P. Esser. 1988. *Tylenchulus graminis* n. sp. and *T. palustris* n. sp. (Tylenchulidae), from native flora of Florida, with notes on *T. semipenetrans* and *T. furcus.* Journal of Nematology, 20:266-287.

Ismail, A.E., M.H. Ghali, and H.Z. Aboul-Eid .1997. Effect of soil solarization by polyethylene sheets on growth of naval orange and control of citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans.* Pakistan Journal of Nematology, 15(1 & 2): 71-87.

Kallel, S. and M. M. B'Chir. 2004. Variation saisonnière et effet de la température sur l'inoculum potentiel du sol de *Tylenchulus semipenetrans*. Nematologia mediterranea, 32:31-40

Kallel.S.and M. B'Chir 2006. Effect of citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*, on morphogenesis and physiology of 'Maltaise douce' orange. Nematologia mediterranea, 34: 115-126.

Kallel, S., A.Abdelwahed, M. Ammar and M.M. B'Chir. 2004. Relationship between *Citrus* decline in orchard, population density of *Tylenchulus semipenetrans* and some soil abiotic factors. International Journal of Nematology, 14: 236-245.

Kora, F. E., L.W. Duncan and J.H. Graham. 2001. Mechanisms by which *Tylenchulus semipenetrans* may mitigate virulence of Phytophthora nicotianae to citrus seedlings. Journal of Nematology, 33(4): 263.

Korayem, A. M. and S. A.A. Hasabo. 2005. Citrus yield in relation to *Tylenchulus semipenetrans* in silty loam soil. International Journal of Nematology, 15(2): 179-182.

Lehman P.S. 2004. Cost-benefits of nematode management through regulatory programs. Pp. 1133-1177. In: Chen Z.X., Chen S.Y. and Dickson D.W., Eds. Nematology Advances and Perspectives Volume 2: Nematode Management and Utilization. CABI Publishing, Wallingford, U.K.

Mostafa, F. A.M., A.G. El-Sherif and A.E. Khalil 1997. Influence of *Tylenchulus semipenetrans* on sour-orange infested with Agrobacterium tumefaciens. Proceedings of 5th Forum of Egyptian Society of Agriculture Nematology. Agriculture Zoology Department, Mansoura University, Egypt.

Sadreddine, K. and M. B'Chir. 2006. Resistance de Citrus aurantium induite par le Poncirus trifoliata via-a'-vis *Tylenchulus semipenetrans* Cohn. Nematology, 8(5): 671-679.

Salem A.A.M. 1980. Observations on the population dynamics of the citrus nematode. *Tylenchulus semipenetrans* in Sharkia Governorate . Egyptian Journal of Phytopathology, 12: 31-34.

Sikora R.A., J. Bridge and J.L. Starr .2005. Management practices: an overview of integrated nematode management technologies. Pp. 793-825. In: Luc M., Sikora R.A. and Bridge J., Eds. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture, 2nd Edition.CAB International, UK.

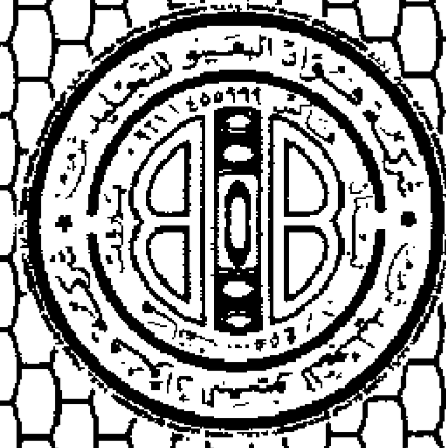
Sorribas, F.I., L.S. Verdejo , J.B. Forner , A. Alcaide, J. Pons and C. Ornate. 2000. Seasonality of *Tylenchulus semipenetrans* Cobb and *Pasteuria* sp. in citrus orchards in Spain . Supplement to the Journal of Nematology, 32(4S): 622-632.

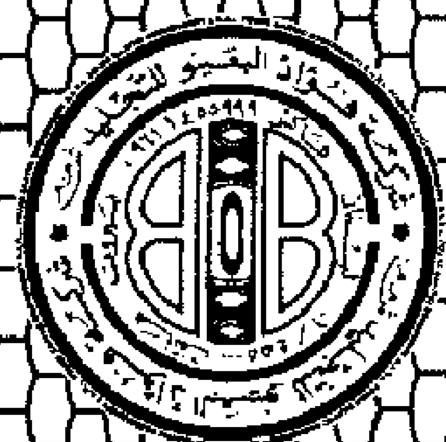
Stephan, Z.A., A.H. Alwan and B.G. Antoon. 1985. Occurrence of plant parasitic nematodes in vineyard soil in Iraq. Nematologia mediterranea , 13: 261-264.

Stephan, Z.A., M.S. Hassan and B.G. Antoon. 1990. Seasonal population changes of the citrus nematode and some fungi on different citrus trees in Iraq. Basrah Journal of Agriculture Science, 3(1 and 2): 47-64.

Timmer, L.M. and R.D. Davis. 1982. Estimate of yield loss from the citrus nematode in Texas grapefruit. Journal of Nematology, 14: 582-585.

Verdejo, S. and M. V. McKenry. 2004. Management of the citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*. Journal of Nematology, 36: 424-432.





هذا الكتاب

• يُعد هذا المؤلف أول كتاب متخصص يجمع بين أساسيات علم نيماتودا النبات وما نشر من نتائج البحوث العلمية التي أجريت في المنطقة العربية منذ قرابة ستة عقود.

• ويتضمن استعراضاً شاملاً ودقيقاً لتطور النشاطات العلمية والعملية في مجال نيماتودا النبات في البلدان العربية. فقد تم بحث وتوثيق ومناقشة حوالي ثلاثة آلاف مرجع علمي منشور.

• شارك في تأليف فصول هذا الكتاب نخبة مميزة من حوالي ثلاثين عالماً من الباحثين المتخصصين العرب، كل ضمن تخصصه البحثي في مجال النيماتودا.

• يحتوي الكتاب خمسة أبواب في جزأين: يتضمن الجزء الأول ثلاثة أبواب؛ حيث يستعرض الباب الأول (فصول ١-٤) أساسيات علم نيماتودا النبات؛ والباب الثاني (فصول ٥-١٥) يقدم استعراضاً تفصيلياً لأجناس وأنواع نيماتودا النبات المهمة في الوطن العربي؛ ويبحث الباب الثالث (فصول ١٦-١٨) بيئة النيماتودا في البلدان العربية. أما الجزء الثاني من الكتاب فإنه يتضمن بابان وهما: الباب الرابع (فصول ١٩-٢٣) الذي يستعرض تأثيرات أنواع النيماتودا المهمة على المحاصيل الزراعية فـ ... وأخيراً يتناول الباب الخامس (فـ ... بحوث وتقنيات مكافحة النـ ... العربية.

• تم إعداد هذا الكتاب ليكو ... شاملاً وموثقاً للباحثين والـ ... والطلبة. وكذلك للعاملين ... في المؤسسات والهيئات الزر ... النبات. كما أنه مصدر ... للمزارعين الرواد الذين أصبحت أعدادهم تزداد بشكل حثيث في الوطن العربي.




9 789957 118440